

**YANMA OLAYININ MODELLENMESİ VE  
GÖRÜNTÜ İŞLEME YOLUYLA YANMA PERFORMANSININ  
OPTİMİZASYONU**

**Muhammed ÇAYIRLI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA 2006**

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YANMA OLAYININ MODELLENMESİ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME YOLUYLA  
YANMA PERFORMANSININ OPTİMİZASYONU**

**MUHAMMED ÇAYIRLI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA, 2006**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI'nda  
YÜKSEK LİSANS TEZ'i olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

ONAY

Bu tez ....../...../2006 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri  
üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Çiğdem SAVAŞKAN  
S.D.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜ  
MÜDÜRÜ

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	9
3.1. Materyal .....	9
3.2. Dijital Görüntü İşleme .....	10
3.3. Dijital Görüntü İşleme Sisteminin Temel Bileşenleri .....	10
3.4. Dijital Görüntünün Temel Kavramları .....	13
3.4.1 Siyah – Beyaz Görüntü .....	13
3.4.2 Dijital Görüntü .....	14
3.4.3. Renkli Görüntü .....	15
3.4.4. Görüntü Dosyaları .....	15
3.4.4.1. Vektör ve Piksel Grafikler .....	16
3.4.4.2. Piksel .....	16
3.4.4.3. Çözünürlük .....	17
3.5. Dijital Görüntü İşlemenin Temel Adımları .....	17
3.6. Görüntü Pekiştirme .....	20
3.6.1. Nokta İşleme Teknikleri .....	21
3.6.1.1. Negatif Görüntü .....	22
3.6.1.2. Gri Ton Değerlerini Dilimleme .....	23
3.6.1.3. Gri Ton Ölçekli Sıkıştırma .....	24
3.6.1.4. Görüntü Histogramı .....	25
3.6.1.5. Parlaklık Ayarlama .....	26
3.6.1.6. Kontrast Geliştirme .....	28
3.6.1.7. Histogram Eşitleme .....	30
3.6.1.8. Renkli Görüntülerin Histogramı .....	31
3.6.1.9. Eşikleme (Thresholding) .....	32
3.6.2. Maske İşleme Teknikleri .....	33
3.6.2.1. Görüntü Aritmetiği .....	34
3.6.2.2. Lineer Filtreleme .....	35
3.6.2.3. Sıralamaya Dayanan Filtreler .....	36
3.6.2.4. Kenar Belirleme .....	37
3.7. Yakıtlar ve Yanma .....	37
3.7.1. Yakıtlar .....	37
3.7.2. Yanma .....	38
3.7.3. Yanma Çeşitleri .....	38
3.7.3.1. Teorik Tam Yanma (TTY) .....	39
3.7.3.2. Tam Yanma (TY) .....	39
3.7.3.3. Eksik Yanma (EY) .....	39
3.7.3.4. Kısmi Eksik Yanma (KEY) .....	39

3.7.4. EY ve KEY Kayıpları .....	40
3.7.4.1. Sıvı Yakıtlarda Kayıplar .....	40
3.7.5. Yanma Hesabı .....	41
3.7.5.1. Oksijen ve Hava Miktarı .....	41
3.7.6. Alev .....	43
3.7.7. Alev Tipleri .....	44
3.7.7.1. Ön Karışım Alev .....	44
3.7.7.2. Difüzyon Alevi .....	45
3.8. Yöntem .....	46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	51
5. SONUÇ .....	54
6. KAYNAKLAR .....	57
7. ÖZGEÇMİŞ .....	59

**ÖZET****YANMA OLAYININ MODELLENMESİ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME YOLUYLA  
YANMA PERFORMANSININ OPTİMİZASYONU**

Toplumsal gelişme, değişim ve geleceğe yön verme anlamında önde gelen ülkeler, bilimsel çalışmalarda öncü olanlardır. Bilimin her alanında yapılan çalışmalar toplumların gelişmesinde bir basamak oluşturmaktadır. Tıp bilimleri, genetik, iletişim teknolojileri, bilgi işlem sistemleri gibi alanlarda yapılan yeni buluşlar insan hayatını her geçen yıl daha da kolaylaştırırken görüntü işleme yöntemleri üzerine kurulan endüstriyel cihazların kullanımı, özellikle sanayi alanında hızla artmaktadır. Bu kullanımın yaygınlaşması, üretimde verimliliğin artmasını ve maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır. Dijital görüntü işleme, çevreyle herhangi bir fiziksel etkileşim olmaksızın, optik araçlar kullanarak cisimleri algılama ve buna göre bilgi toplama ya da çeşitli süreçleri yönetme olarak tanımlanabilir. Bu tanım çerçevesinde dijital görüntü işleme doğal olarak çok değişik bilim dallarıyla işbirliği içerisinde olmalıdır. Bu çalışma görüntü işlemenin, kimyasal enerjinin termik enerjiye dönüşümü yoluyla ısı elde edilen yanma olayının analizi üzerine bir uygulamasıdır. Yakıt ile havanın iyi bir karışım oluşturmadığı durumlarda veya oksidasyon tamamlanmadan yanma gazlarının soğuması sonucu ortaya çıkan eksik yanma olayı genellikle bir miktar enerji kaybına sebep olmaktadır. Sıvı yakıtların yanma performansını en uygun seviyeye getirecek bir otomasyon sistemi oluşturma amaçlanmış bu uygulamada, yanma olayının gerçekleştiği yakıt kazanlarından belirli periyotlar da görüntüler alınıp, bu örneklemeler ile bir yakıt sisteminin kontrolü gerçekleştirilmiştir. Böylece yakıt ve oksijen miktarının en uygun karışımıyla tam yanma bilgisayar kontrollü sağlanarak, görüntü işleme metoduyla kimyasal enerjiden termik enerji dönüşümü için en yüksek performans şartları bu çalışma ile belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Dijital Görüntü İşleme, Yakıtlar ve Yanma

**ABSTRACT****THE MODELLING OF COMBUSTION PHENOMENA AND  
OPTIMIZATION COMBUSTION PERFORMANCE BY IMAGE  
PROCESSING METHOD**

Leading countries in the sense of public progress, directing future and change are pioneers of scientific studies. Studies of any branches of science build a step at the progress of people. While new inventions in medicine, genetics, communications technologies and data processing systems facilitating the life of human beings every year; disciplines such as geology, paleobotany, archaeology, dendrochronology light the way for change and progress of the world and societies. The widespread usage of these maintain the fertility of the production and reduce the cost price. Digital image processing is to perceive without any interaction with environment and using optical tools- the matters and to conduct diverse processes. Regarding this description digital image processing must be collaborated with very many disciplines. This study is an application of analysis of combustion obtained by means of transforming the chemical energy to thermal energy. In this application that is aimed to form an automation system that regular the combustion performance of liquid fuels, taking the image in certain periods from the caldron, with these sampling it is realized a fuel system control. So, with optimum mixture of fuel and oxygen, supplying computer control, complete combustion with the method of image processing for transformation from chemical energy to thermal energy, the highest performance conditions is determined in this study.

**KEY WORDS:** Digital Image Processing, Fuel and Combustion

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Bu çalışmanın ana fikrinin oluşmasında, tez çalışmasının gerçekleşmesi için gerekli ortamın hazırlanmasında, çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında tez danışmanım, çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Ali Kemal YAKUT yön gösterici olmuştur.

Sayın Yrd.Doç.Dr. Reşat SELBAŞ ve Keçiborlu Meslek Yüksekokulu idari ve akademik personeli, tezin hazırlanması aşamasında her türlü imkanlarını ve donanım olanaklarını kullanabilmemi sağlamışlardır.

Sayın Durmuş ERÇİL ve Burdur Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Bölümünden Sayın Öğr.Gör. Ali ASLANTAŞ tezin anlatım dilinin düzeltilmesinde yardımcı olmuşlardır.

Ve desteklerini her zaman hissettiğim ailem, çalışmamın neticelenmesinde büyük özveride bulunmuşlardır.

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

RAM	Rasgele erişimli bellek
RGB	Kırmızı, Yeşil, Mavi
ADC	Analog dijital çevirici
YIQ	Renk koordinat sistemi
GJ	Gigajoule
kEP	Kilogram eşdeğer petrol
NG	Doğal gaz
LNG	Sıvılaştırılmış doğal gaz
CNG	Sıkıştırılmış doğal gaz
LPG	Sıvılaştırılmış petrol gaz
EY	Eksik yanma
KEY	Kısmi eksik yanma
HFK	Hava fazlalık katsayısı
C	Karbon
H	Hidrojen
N	Azot
O <sub>2</sub>	Oksijen
S	Kükürt
Cr	Krom
Ni	Nikel
Cu	Bakır
H <sub>2</sub> O	Su
C#	C Sharp

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bir palmye ağacına gözün bakmasının grafiksel sunumu .....	2
Şekil 3.1. Dijital görüntü işleme sisteminin temel bileşenleri .....	11
Şekil 3.2. Dijital görüntü ve piksel değerleri serisi .....	16
Şekil 3.3. Dijital görüntü işlemede temel adımlar .....	18
Şekil 3.4. Negatif görüntü için dönüşüm fonksiyonu .....	22
Şekil 3.5. İlgi alanına girmeyen gri tonların düşük değere çekildiği fonksiyon .....	23
Şekil 3.6. İlgi alanına girmeyen gri tonların değişmediği fonksiyon .....	24
Şekil 3.7. Gri ton ölçeğini sıkıştırmak için kullanılan fonksiyon örneği .....	24
Şekil 3.8. Dijital görüntü .....	26
Şekil 3.9. Görüntünün histogramı .....	26
Şekil 3.10. $c < 0$ içi dönüşüm fonksiyonu .....	27
Şekil 3.11. $c > 0$ için dönüşüm fonksiyonu .....	27
Şekil 3.12. Karanlık görüntüler için dönüşüm fonksiyonu .....	28
Şekil 3.13. Açıklık görüntüler için dönüşüm fonksiyonu .....	29
Şekil 3.14. Gri görüntüler için dönüşüm fonksiyonu .....	30
Şekil 3.15. Renkli görüntüler için geliştirme işlemi şeması .....	32
Şekil 3.16. Eşikleme için dönüşüm fonksiyonu .....	32
Şekil 3.17. Maske modeli .....	33
Şekil 3.18. Alevli yanma .....	43
Şekil 3.19. Ön karışimli alev .....	44
Şekil 3.20. Ön karışimli alev veren bir bünzen beki .....	45
Şekil 3.21. Difüzyon alevi .....	45
Şekil 3.22. Listelenen görüntü yakalama aygıtları .....	47
Şekil 3.23. Video aygıtından alınan sayısallaştırılmış yanma görüntüsü .....	48
Şekil 3.24. Renk değerleri gruplandırılmış yanma görüntüsü .....	48
Şekil 3.25. İç ve dış alev konileri tespit edilmiş yanma görüntüsü .....	49
Şekil 4.1. 1000 °C ve %21 O <sub>2</sub> oranındaki bir alevin yanma bölgeleri .....	51
Şekil 4.2. Çeşitli sıcaklıklarda ve O <sub>2</sub> oranlarındaki yanma görüntüleri .....	52
Şekil 4.3. Sayısallaştırılmış yanma görüntüsü .....	52
Şekil 4.4. İç ve dış alev konileri tespit edilmiş yanma görüntüsü .....	53
Şekil 4.5. 1100 °C ve çeşitli oksijen konsantrasyonlarındaki yanma görüntüleri .....	53
Şekil 5.1. Klasik ve Unsafe yöntemlerinin Grey Filtresindeki performans karşılaştırmaları .....	56

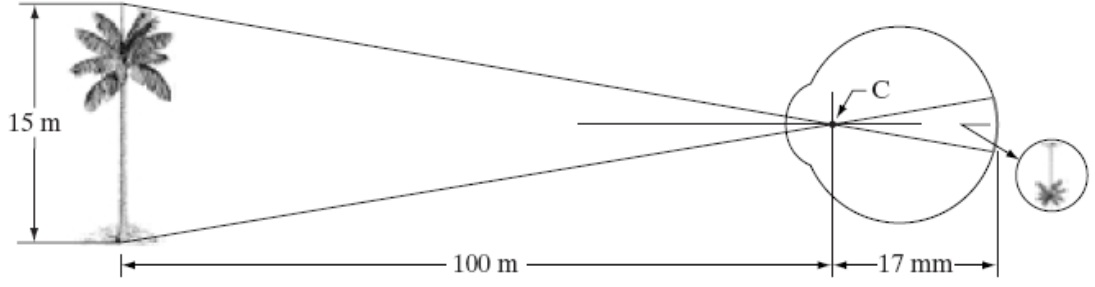
## 1. GİRİŞ

Sayısal görüntü algılama ve işleme matematiksel ve olasılık hesaplarının üzerine kurulu olmasına rağmen, sayısal görüntü işlemede hangi tekniklerin kullanılacağı noktasında insanın görsel algılaması büyük ve merkezi bir rol oynamaktadır (Gonzalez ve Woods, 2002).

Görsel Algılama, göz ve ışık ile yapılan kavrayış eyleminden kaynaklanan ve canlıların geliştirdiği en etkili algılama metotlarından biridir. Optik bir göze sahip canlılar, nesnelerin uzaydaki  $x$ ,  $y$ ,  $z$  referanslarını iki boyutlu bir düzlem üzerinde ifade ederek bu bilgiyi bellek veri tabanlarında saklarlar. Canlıların görebildikleri ışık belirli dalga boyları, enerji seviyeleri ve ışık ısısı değerleri arasındadır. Ancak bu dar gösterge çizelgesi bile, özellikle insanın çevresini çok detaylı bir şekilde tanımlayacak ve renklendirecek kadar aydınlatmaktadır.

Görme eylemini başlatan ışık, ortamı dolduran, birbirleri ile etkileşim içerisinde bulunan enerji seviyesindeki temel parçacıklar olan fotonlardan oluşmaktadır. Fotonlar, güneşten veya bir ışık kaynağından atılan elektronlarla çarpışarak bir zincirleme enerji reaksiyonu oluşturarak ışık ışınlarını oluştururlar. Bir foton, bir referanstan diğerine yol alarak değil, ortamdaki diğer fotonlarla çarpışarak bir doğrusal enerji ışınımı oluşturur. Işınımın yönü ise ışık kaynağından fırlatılan elektronun kuvvet yönü ile paraleldir. Enerjisi elektronun hızı ile doğru orantılıdır. Dalga boyu ve derinliği ise çarpışmanın şiddeti ile dolayısı ile yine fırlatılan elektronun hızı ile sınırlıdır.

İnsan beyni, ışığın sahip olduğu tüm parametreleri kullanarak nesnenin iki boyutlu görüntüsünü ve renklerini oluşturur. Üç boyutlu algılama, gözün arka bölümünde üzerinde ışığa duyarlı hücreler bulunan iki boyutlu bir düzlem üzerinde ışık ve gölge yoğunluğu bulunan iki boyutlu resmin beyin tarafından yorumlanması ile oluşur. Nesnelere, gözün optik prensipleri yüzünden iki boyutlu algılanır, ancak beyin fotoğrafın üzerindeki açık ve koyu bölgeleri yorumlayarak nesnenin diğer koordinatlarının da anlaşılmasını sağlar.



Şekil 1.1. Bir palmiye ağacına gözün bakmasının grafiksel sunumu

Göz kendisinden 3m uzaklıktaki bir nesneye odaklandığı anda göz merceği onun kırıcı enerjisini oluşturur. Daha yakındaki bir nesneye odaklanırsa göz merceği daha kırıcı olur. Şekil 1.1.'de bir araştırmacı 15m yükseklikte ve 100m uzaklıktaki bir ağaca bakmaktadır. Eğer  $h$ , görüntünün retinada oluşturulan mm olarak yüksekliği kabul edilirse  $15/100 = h/17$ 'den  $h=2.55$  mm olarak hesaplanır.

Nesnenin üzerinde bulunan her bir detay eğer ışık kaynağı tarafından aydınlatılmış ise foton ışınımı tarafından referansları göze taşınır. Yerden, atmosferden ve diğer nesnelere yansıyan ışık nesnelere etkin bir şekilde aydınlattığı için, güneşten gelen ışığın doğrusal olmasına karşın nesnelere belirli bölümlerini değil, bütünü algılanmasını sağlar.

Renkler, yansımanın bir sonucu olarak beyin tarafından yaratılmış kavramlardır. Renkler nesnelere yüzey gerilimlerinin ışığın baskısına verdiği tepkiyi beyin sınıflandırması sonucu oluşmuş sanal kavramlardır. Nesnenin yüzeyine çarpan ışık bir baskı oluşturur. Bu baskının bir bölümünü nesnenin yüzeyi rezonansa geçerek sönümler. Böylece yansıyan ışığın dalga boyu, derinliği, şiddeti, enerjisi gibi parametreleri değişime uğrar. İnsan beyni kendi içinde bu parametreleri alt ve üst değerler olarak skalalara ayırmış ve sınıflandırmıştır. Her bir skala beyinde bir renk çağrışımı şekline dönüşür. Bu durum, canlının bir bakışta nesnenin nitelikleri ile ilgili bilgi edinmesi için tasarlanmış çok gelişmiş bir algılama meydana getirmiştir. Nesnelere yüzey gerilimleri, onların sert veya yumuşak olmaları, pütürlü veya parlak olmaları, organik veya inorganik olmaları gibi canlı için çok önemli bilgileri, nesnenin yanına gitmeden ona dokunmadan uzaktan edinmesini sağlar. Gözün arka bölümündeki ışığa duyarlı hücreler, ışığın şiddeti, rengi gibi parametrelerini elektrik

impulslarına çevirerek beyne iletirler. Sesin havasız ortamda iletilmemesi, ancak ışığın evrenin her köşesinde var olması görsel algılamının, evrenin büyük patlamadan bu yana saçtığı enerjiyi ve termodinamik yasalarını kullanan çok temel ve önemli bir kavrayış olduğunu göstermektedir (Çamoğlu, 2005).

Günümüzde gelişen teknolojilerin başında Görüntü İşleme teknikleri gelmektedir. Görüntü İşleme; insan gözü ile yapılan işlemlerin, görüntüleme cihazları ve akıllı yazılımlar kullanan makinelere yaptırılmasını amaçlayan bir bilim dalıdır. Cihazlardan algılanan görüntülerin anlamlı hale getirilme işlemi belirli prensiplere göre yapılmalıdır.

Günümüzde birçok alanda gözlem ve incelemelerin gözle kontrolünün bazı dezavantajları vardır. İnsan performansı, her zaman en iyi düzeyde değildir. Ayrıca moral, hastalık ve benzeri ruhi durumlar kişinin performansına direkt olarak yansır. Sürekli aynı işi yapmak kişiyi sıkmakta ve çabuk yorulmasına, dikkatinin dağılmasına neden olmaktadır. Özellikle seri üretim yapan bir fabrikada birim zamanda üretilen ürün sayısının çok fazla olduğu durumlarda mamullerin tümünün gözle kontrol edilmesi hem çok zaman almakta hem de pahalı olmaktadır. Bu bakımdan örnekleme yoluyla tüm ürünlerin kontrolü yerine seçilen belirli sayıdaki örnek ürün kontrol edilmekte ve elde edilen sonuçlar genelleştirilmektedir. Bu ise kalitenin gittikçe önem kazandığı günümüzde %100 kalite kontrol yapan yöneticilere karşı rekabet gücünü oldukça zayıflatacaktır. Göz ile kontrol yavaş olduğundan birim zamanda üretilen ürün sayısı az olmaktadır. Bunun yerine endüstriyel alanda kullanılabilecek görüntü işleme sistemi kurulduğunda hız artacağından birim zamanda üretilen ürün sayısı da artacaktır. Görüntü işleme yöntemleri üzerine kurulan endüstriyel cihazların kullanımı, özellikle sanayi alanında hızla artmaktadır. Bu kullanımın yaygınlaşması, üretimde verimliliğin artmasını ve maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır.

Biyomedikal veri analizi, el yazısı tanıma, üst üste bindirilmiş ve gürültülü görüntülerin gürültüden arındırılması, ziraat, arkeolojik verilerden tarihe ışık tutacak yorumların yapılması gibi güncel konuların yanı sıra son yıllarda özellikle jeofizik alanında çok hızlı ve güncel görüntü işleme teknikleri uygulama alanları bulmuştur.

Bu çalışmada; sıvı yakıtların yanma performansını optimum seviyeye getirecek bir otomasyon sistemi oluşturma amaçlanmaktadır. Bu hedef doğrultusunda yanma olayının gerçekleştiği yakıt kazanlarından, belirli periyotlar da görüntüler alınıp, bu örneklemeler ile bir yakıt sisteminin kontrolü gerçekleştirilecektir.

Bu çalışmadan;

- Elde edilen yanma görüntülerinin, hazırlanacak uygun bir bilgisayar yazılımıyla incelenerek yakıt ve oksijen dengelemesinde hata seviyesini en aza indirme,
- Yanma olayının sonucunda yüksek performans elde etme,
- Güçlü ve kullanışlı karar verme mekanizması oluşturma,
- Düşük kuruluş ve işletme maliyetinin olması,
- Tek bir ürün tipine, sadece sıvı yakıtlara bağlı olmayan esnek bir sistem geliştirme,
- Farklı ürün gruplarına kolay adapte edilebilirlik,

gibi temel hedeflerin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Kontrol alanında insanlar böyle bir sisteme kıyasla çok yavaş kalmakta ve hata oranı da yüksek olmaktadır. Sistemin kontrol kabiliyeti ve hızı, yanma aşamasında daha iyi ve seri olacağından toplam yanma performansı sürecinde verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dijital görüntüler birçok araştırma ve uygulama alanlarında son zamanlarda yaygın olarak kullanılan önemli veri kaynaklarıdır. Dijital görüntü işleme konusunda uzun yıllardır birçok çalışma yapılmış ve günümüzde de yapılmaya devam edilmektedir. Bu çalışmada kendilerinden faydalanılan kaynaklar aşağıda özetlenmiştir.

Ankara Hızlı Raylı Ulaşım Sisteminin Kızılay durağında görüntü işleme tekniği kullanılarak yolcu gelişleri, dakika bazında sayısal olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ve gözle sayım arasında büyük bir uyum olduğu gözlenmiştir. Bu yolcu geliş değerleri “Zaman Serisi Verileri” olarak alınıp yolcu gelişlerinin Box-Jenkins yaklaşımı ile modellenmesi yapılmıştır. Kurulan model aracılığı ile önümüzdeki dönemler için yolcu gelişleri tahmin edilmiştir. Bu teknikler kullanılarak söz konusu hizmet sisteminde dinamik çizelgeleme sürecine veri hazırlanabileceği gösterilmiştir (Yaman vd., 2001).

Sayısal imgelerin içerdikleri yararlı verilerin azami oranda elde edilmesi her uygulama sahası için büyük önem taşımaktadır. Fakat bu amacı engelleyen başlıca sebeplerden birisi gürültü ve distorsiyon gibi bozucu etmenlerdir. Gürültü atmosferik türbülans ve hareket gibi elverişsiz dış ortam şartlarından kaynaklanabileceği gibi sensör gürültüsü, sınırlı doğruluk, sonlu hassasiyet, kuantalama ve termal gürültü gibi iç ortam şartlarındaki yetersizliklerden de kaynaklanabilir. Bu çalışma ile sayısal imgelerdeki Gauss gürültüsünü gidermek için yeni bir bulanık süzgeç sunulmuştur. Süzgeç ortalama süzgecine göre daha iyi bir başarımlı göstermekte ve Gauss gürültüsünü daha iyi bastırmaktadır. Sunulan süzgeç yapısı sayısal imgelerden gauss gürültüsünü gidermek amacıyla basit fakat güçlü bir araç olarak kullanılabilir (Baştürk ve Yüksel, 2005).

Steganografi, gizli verinin masum içeriğe sahip ve taşıyıcı olarak adlandırılan bir başka veri içerisinde saklanması olarak tanımlanabilir. Bu saklama işlemi için kullanılan algoritma gizli değildir ancak güvenlik algoritma için kullanılan anahtar ile sağlanmaktadır. İçerisinde gizli veri bulunduran taşıyıcıya “stego” adı verilmektedir. Stego herhangi bir yolla alıcıya ulaştırılır. Alıcı veri saklama algoritmasının tersi olan bir işlemle gizli veriyi, anahtarı da kullanarak ortaya çıkarır.

Bu çalışmada temel steganografik yöntemler özetlenmekte ve akademik olarak üzerinde yeni yoğunlaşılacak bu konu üzerindeki problemler ortaya konulmuştur. En temel problemlerden biri olan test ortamının hizmete sunulması için hazırlanan steganografi kütüphanesi ele alınmıştır. Araştırmacıların karşılaştığı yazılım güçlüğüne bir çare olarak düşünülen steganografik kütüphane resim dosyalarını taşıyıcı olarak kullanmakla beraber ses dosyaları da yapısı gereği kütüphaneye kolayca eklenebilmektedir. (Erkin ve Örencik, 2005)

Gelecek teknolojiler duyabilen, görebilen, dokunabilen, koklayabilen hatta tadabilen ve bunları değerlendirip kararlar alabilen teknolojiler olmalıdır. Teknolojinin ulaşmaya çalıştığı bu noktada resim üzerinde gözbebeğinin tespit edilmesi bir adım niteliği taşımaktadır. Literatürde gözbebeğinin tespiti ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Gözbebeğinin tespit edilmesi bakışın tespit edilmesinde ilk adım olabilir. Bu tespit ise değişik uygulama alanları bulabilir. Bir sürücünün uyku halinin tespiti veya sadece bakışların algılanmasıyla kontrol edilebilen sistemleri tasarlanması örnek olarak verilebilir. Uykunun tespit edilmesi için kullanılan yöntemler ses, kalp atışı gibi verilerin analizini gerektirir. Bu tür yöntemlerin duyarlılıkları azdır ve uyku olgusu gerçekleştikten sonra algılama yaparlar. Ancak uykudan kaynaklanan bir kazayı önleyebilmek için uyku olgusu gerçekleşmeden önce bir algılama ve uyarma yapılmalıdır. Yapılan araştırmalar insan uykuya dalmadan önce göz kırpmaları frekanslarında bir artış meydana geldiğini göstermektedir. Görüntü işleme teknikleri ile bu olgunun tespiti uyku halinin tespiti için oldukça uygun bir yöntemdir. Bu makalede resim üzerinde gözbebeği tespit yöntemleri özetlenmiş ve yoğunluk değişim yöntemi kullanılarak göz bebeğinin tespiti üzerinde durulmuştur. Hızlı ve basit bir işlem; yoğunluk değişim yöntemi, kullanılarak resim üzerindeki piksellerin yoğunluk değişimi belirlenmiş ve gözbebeklerinin konumu tespit edilmiştir. Önerilen yöntem Matlab ortamında geliştirilen bir program yardımı ile uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar resim üzerindeki yoğunluk değişimlerini hesaplayarak gözbebeğinin tespitinin mümkün olduğunu göstermiştir (Aslan vd., 2003).

Balıklarda yaş tayini, biyolojik çalışmalarda her zaman tartışma konusu olmuştur. Çünkü yaş tayini yapan kişiye göre çoğu zaman değişen yaş tahminleri ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada, yaş tayinini subjektif bir konu olmaktan

ıkarıp, objektif bir konu haline getirmek için sazan balığının yaşını tespit etmede kullanılabilircek bilgisayar destekli yeni bir yöntemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada; sazan balığı pulları, mikroskop ile büyütülen fotoğrafları, sayısallaştırıcı, bilgisayar ve ER Mapper 5.5 programı kullanıldı. Balık pulları ve bunların mikroskopta büyütülerek çekilen fotoğrafları sayısallaştırılarak iki test grubu elde edilmiştir. Her iki test grubu ER Mapper 5.5 programının Peusodocolor, Colordrape ve RGB (Red, Green, Blue) algoritma oluşturma, surface, layer ve colortable seçenekleri, formül yazma, transform yapma ve yapay ışıklandırma imkanları denenerek, balık pulundaki yaş halkaları hakkında detaylı bilgi veren görüntünün hangi algoritma ile elde edilebileceği araştırılmıştır. Yaş halkalarını renkli, üç boyutlu ve büyüterek görsel hale getiren colordrape algoritma ile balık yaşının –iki test grubunda da- kolaylıkla tespit edilebileceği belirlenmiştir. Görüntü işleme tekniği ile mikroskop kullanmadan balık yaşının tayin edilebileceği yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Mikroskop altında görülmeyen, fakat bu yöntemde ortaya çıkan pul üzerindeki renk ve yaş halkalarının yüksekliklerindeki farklılıklarını; büyüme, biyolojik birikim ve ekolojik ortamla ilgili başka hangi bilgilerin kazanılabileceğinin araştırılması önerilmiştir (Erkonak, 2000).

Meyvelerin güvenilir ve hızlı bir Şekilde sınıflandırılması için geliştirilen yeni yöntemler, tarımsal endüstride teknik ve ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Günümüzde halen yaygın olarak el ile sınıflandırma yöntemi kullanılmaktadır. Ancak el ile yapılan sınıflandırmadaki yüksek maliyet ve tutarsızlık hasat sonrası endüstriyi sınıflama operasyonlarında otomasyon uygulamasına gitmeye zorlamaktadır. Otomatik sınıflandırma sayesinde el ile sınıflandırmadaki hata oranı büyük ölçüde düşmekte, maliyet azalmakta, hız artmakta ve insan faktöründen kaynaklanan tutarsızlıklar en aza inmiş olmaktadır. Meyvelerin sınıflandırılmasında kullanılan boyut, Şekil, renk ve doku gibi özellikler, el ile yapılan sınıflandırmada olduğu gibi otomatik sınıflandırmada da temel kıstaslardır. Bu çalışmada makine görmesi ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak meyvelerin otomatik olarak sınıflandırılması incelenmiştir (Tonguç vd., 2004).

Son yıllarda görüntü işleme gittikçe daha popüler bir çalışma alanı olmuştur. Birçok uygulama içinde görüntü işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Görüntü işleme

uygulamaları bilgisayarın kaynaklarını zorlamakta her zaman daha fazla hıza ve belleğe ihtiyaç duymaktadır. İşlemlerin özellikle gerçek zamanlı gerçekleştirilmek durumunda olması günümüzdeki en büyük sorunlardandır. Çalışmada görüntü işleme uygulamalarının nasıl hızlandırılacağı üzerine durulmaktadır. İyileştirmelerle uygulamanın on kat daha hızlı çalışması sağlanabilmektedir (Karakaya, 2005).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Kimyasal enerjinin termik enerjiye dönüşümü yoluyla ısı elde edilen kimyasal bir süreç olan yanma olayında, havanın oksitlenmeyi tamamlayamayacak miktarda olması ürünler arasında CO, H<sub>2</sub> ve C bulunmasına yol açmaktadır. Diğer bir ifadeyle hava fazlalık katsayısının (HFK) birden küçük olduğu durumlarda eksik yanma (EY) olmaktadır. Benzin motorlarında bazı işletme şartlarında, metalürjik fırınlarda ve yakıt kazanlarında eksik yanmaya rastlanmaktadır. Özellikle metalürjik fırınlarda katı veya erimiş metalin oksitlenmemesi için yanma gazlarında hiç oksijen olmaması istenir. Bu durumda atılan gazlar bir miktar enerjinin kaybına sebep olurlar (Borat vd., 1992). Ancak hava fazlalığına rağmen EY olayına yine rastlanmaktadır. Kısmi eksik yanma (KEY) olarak isimlendirilen bu yanma şekli yakıt ile havanın iyi bir karışım oluşturmadığı durumlarda veya oksidasyon tamamlanmadan yanma gazlarının soğuması sonucu ortaya çıkmaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada; bir yakıt sistemindeki sıvı yakıtların yanma performansını uygun seviyeye getirerek EY ve KEY olaylarını en aza indirgeyecek bir otomasyon sisteminin oluşturulması amaçlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu hedef doğrultusunda yanma olayının gerçekleştiği yakıt kazanlarından, belirli periyotlar da görüntüler alınmıştır. Elde edilen örneklemeler, üzerinde araştırma yapabilmek için uygun duruma getirilmiştir.

Elde edilen ham görüntü verilerinin ön işleme tabi tutulmadan kullanılması elde edilecek sonuçların hata oranını yükselmesine ve uygun değerlerin elde edilememesine sebep olacaktır. Ayrıca üretilecek sistemlerin yavaş çalışmasına ve sistem veriminin düşmesine de yol açacaktır. Bu sebeplerden dolayı elde edilen ham verilerin uygun görüntü işleme metotları kullanılarak işlenmesi olası sorunları engelleyecektir.

Dijital görüntü algılayıcılar aracılığı ile ham halde elde edilen yanma görüntüleri yanma performansının artırılması amacıyla, hazırlanan bilgisayar yazılımı ile pekiştirilerek işlenmiş ve böylece bir yakıt sisteminin kontrolü gerçekleştirilmiştir.

### 3.2. Dijital Görüntü İşleme

Sayısal görüntüler astronomi, tıp, biyoloji, uzaktan algılama vb. gibi uygulama ve araştırma sahalarında yaygın olarak kullanılan önemli veri kaynaklarıdır (Umbaugh, 1998). Bu nedenle sayısal imgelerin içerdikleri yararlı verilerin azami oranda elde edilmesi her uygulama sahası için büyük önem taşır.

Bilgisayar teknolojisinin hızla ilerlemesi günümüzde görüntü işleme tekniklerinde de oldukça başarılı çalışmalar yapılmasını sağlamıştır. Ses ve görüntünün işlenebilmesi ve bilgisayarlar tarafından algılanması şüphesiz ki teknolojiye yeni boyutlar açacaktır. Bilimin ve teknolojinin yapay zekâya sahip güvenilir teknolojiler üretebilmesi için ses ve görüntünün işlenmesi mutlak bir gereklilik getirmektedir. Gelecek teknolojiler duyabilen, görebilen, dokunabilen, koklayabilen hatta tadabilen ve bunları değerlendirip kararlar alabilen teknolojiler olmalıdır (Eriksson ve Papanikotopoulos, 1997; Merchant ve Schnell, 2000).

### 3.3. Dijital Görüntü İşleme Sisteminin Temel Bileşenleri

1980'li yılların ortalarında bütün dünyada satılan görüntü işleme sistem modelleri daha çok ana bilgisayarlara (sunucu) bağlı olan sağlam çevresel cihazlardan oluşmaktaydı. 1980'lerin sonlarında ve 1990'lü yılların başlarından itibaren ise görüntü işleme sistemleri, kişisel bilgisayarlara uyumlu devre kartları biçimine doğru kaymaya başlamıştır.

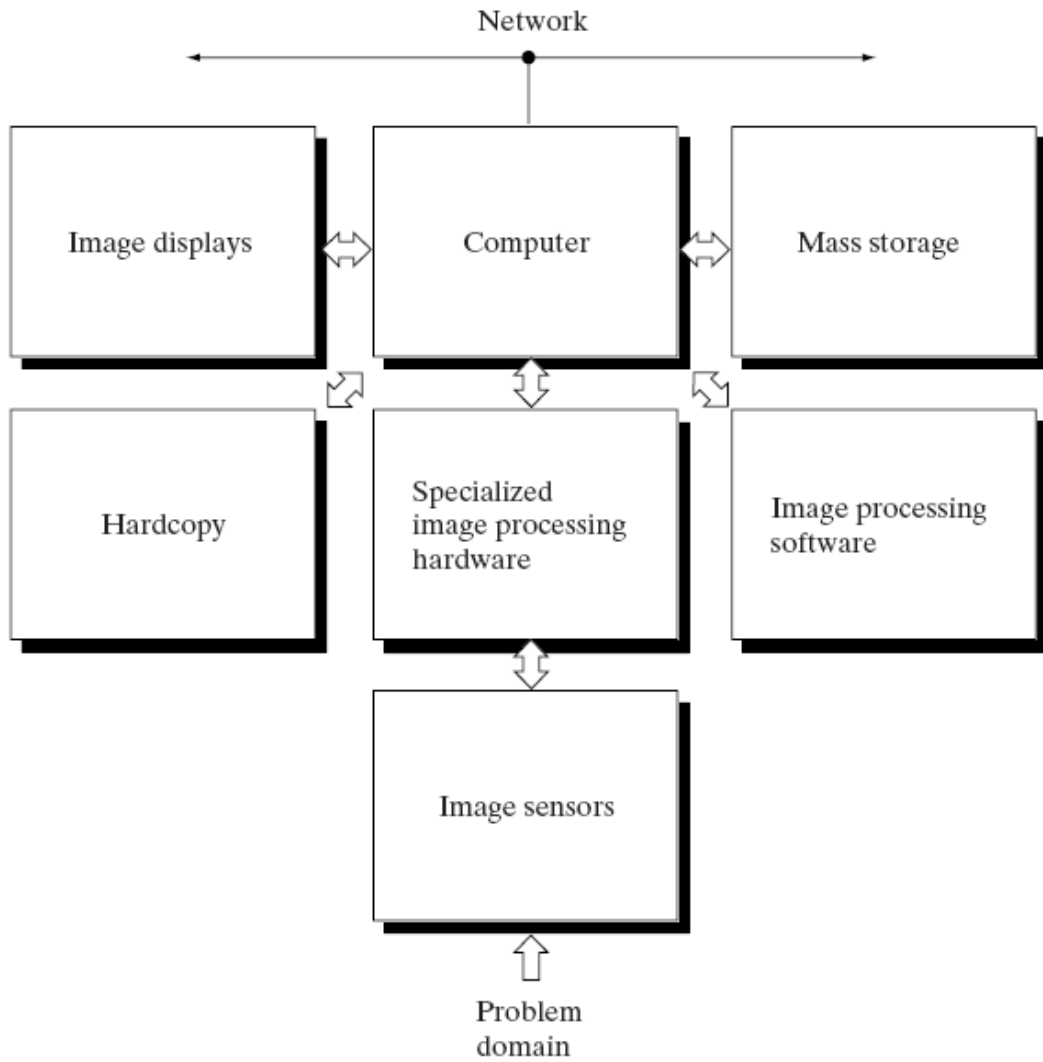
Uydu sistemlerinden alınan görüntülerin işlenmesi gibi ağır görüntü işleme uygulamaları için büyük çaptaki görüntü işleme sistemleri hala yoğunlukla kullanılmaktadır. Fakat günümüzde eğilim uzmanlaşmış görüntü işleme sistemlerinin küçülmesine ve aynı zamanda genel amaçlı küçük bilgisayarların bu işlevlere uyumlu hale getirilmesine doğru gitmektedir. Dijital görüntü işleme için kullanılan tipik genel amaçlı sistemin bileşenleri Şekil 3.1.'de gösterilmektedir.

**Görüntü Algılayıcı (*Image Sensor*):** Dijital resimler elde etmek için, görüntülemek istenilen nesne tarafından aydınlatılan enerjiye duyarlı fiziksel bir aygıt ve fiziksel aygıtın çıktısını dijital forma dönüştüren sayısallaştırıcı elemanlarına ihtiyaç vardır.

Örneğin; Sayısallaştırıcılar bir dijital video kamerada alıcıların ışık yoğunluğuna orantılı olarak ürettikleri elektrik çıkışlarını dijital bilgiye çevirirler.

Uzmanlaşmış Görüntü İşleme Donanımı (*Specialized Image Processing Hardware*), görüntü algılayıcı elemanlarından sayısallaştırıcı ve buna ek olarak aritmetiksel ve mantıksal işlemleri yerine getiren diğer donanımlardan oluşur.

Görüntü İşleme Yazılımı (*Image Processing Software*): Görüntü işleme için üretilen yazılımlar belirli görevler yapan uzmanlaşmış modüllerden oluşur. İyi dizayn edilmiş bir paket program kullanıcıya uzmanlaşmış modülleri kullandıran kodları yazma kabiliyetlerini içermelidir.



Şekil 3.1. Dijital görüntü işleme sisteminin temel bileşenleri

Yığın Bellek (*Mass Storage*) yeteneği görüntü işleme uygulamalarında gözden kaçırılmayacak kadar önemlidir. Her pixelin 8 bit sayı uzunluğunda olduğu 1024x1024 pixel büyüklüğünde sıkıştırılmamış bir resim yaklaşık 1 megabyte boş bellek gerektirir. Binlerce, hatta milyonlarca resim söz konusu olduğunda bir görüntü işleme sistemi için yeterli bellek sağlama insanın düşüncesinin sınırlarını zorlayan bir iştir. Görüntü işleme uygulamaları için kullanılan dijital hafıza üç temel kategoriye ayrılır.

1. İşlem yaparken kullanılan kısa süreli bellek.
2. Nispeten hızlı çağırma için çevrimiçi bellek.
3. Seyrek girişler için arşivsel bellek.

Bellek 8 bit uzunluğundaki byte ölçü birimi ile ölçülür. Kısa süreli hafıza oluşturmanın bir metodu bilgisayarın rasgele erişimli belleğini (RAM) kullanmaktır. Diğer bir yöntem ise frame buffer olarak adlandırılan uzmanlaşmış devre kartlarını kullanmaktır. Bunlar bir ya da daha fazla görüntüyü saklayabilir ve bir videoda olduğu gibi saniyede 30 tam görüntüye çok hızlı bir şekilde ulaşılabilir. Frame buffer metodu görüntüyü ani yakınlaştırma ve uzaklaştırmaya olanak sağlar. Frame bufferlar genellikle Şekil 3.1.'de kullanılan uzmanlaşmış görüntü işleme donanımlarının içinde muhafaza edilir. Çevrimiçi bellek genellikle manyetik diskler ya da optik ortam bellekleri şeklindedir. Çevrimiçi belleği karakterize eden asıl faktör kaydedilmiş bilgiye sık erişimdir. Sonuç olarak, arşivsel hafıza tek parça fakat seyrek erişim ihtiyacı duyulan bellek gereksinimleri tarafından karakterize edilir.

Monitör (*Image Display*): Günümüzde kullanılan resim görüntüleri çoğunlukla renkli tercihen düz ekran TV monitörleridir. Monitörler görüntü çıktıları ve bilgisayar sistemlerine entegre olarak çalışan grafik görüntü kartları ile çalışmaktadırlar.

Görüntü Saklamak (*Hardcopy*) için, lazer yazıcılar, film kameraları, ısıya duyarlı araçlar, inkjet üniteleri ve optik diskler gibi dijital üniteler kullanılır.

Bilgi Ağı (*Network*), artık günümüzde bütün bilgisayar sistemlerinde kullanılmaktadır. Resim işleme uygulamalarında bulunan büyük miktardaki bilgilerden dolayı, görüntü iletimindeki anahtar bant genişliğidir.

### 3.4. Dijital Görüntünün Temel Kavramları

#### 3.4.1 Siyah – Beyaz Görüntü

Siyah beyaz bir görüntü, ışık yoğunluğunu gösteren iki boyutlu bir fonksiyon olarak düşünülebilir. Bu  $f(x, y)$  fonksiyonunda  $x$  ve  $y$  düzlemsel koordinatları, fonksiyonun  $(x, y)$  noktasındaki değeri resmin o noktadaki parlaklığını gösterir. Siyah beyaz bir resmin  $(x, y)$  noktasındaki parlaklığına resmin bu noktadaki gri ton değeri (Grey Level) adı verilir. Teoride  $x, y \in R$ 'dir ve  $f(x, y)$  sıfırdan büyük, sonlu bir sayıdır.  $f(x, y)$ 'nin iki bileşeni vardır:

- 1) Ortamdaki ışığın miktarı (aydınlatma),
- 2) Nesnenin ışığı yansıtma oranı (yansıtma).

Aydınlanmayı  $i(x, y)$ , yansıtmayı  $r(x, y)$  ile gösterirsek  $f(x, y)$ 'yi bunların çarpımı şeklinde yazılabilir:

$$f(x, y) = i(x, y).r(x, y) \quad (3.1)$$

Burada teorik olarak

$$0 < i(x, y) < \infty \quad (3.2)$$

ve

$$0 < r(x, y) < \infty \quad (3.3)$$

kabul edilir.  $i(x, y)$ 'yi ışık kaynağı,  $r(x, y)$ 'yi nesnelerin yansıtma özellikleri belirler.  $r(x, y)$  için 0 limit değeri ışığın tamamen absorbe edilmesi, 1 limit değeri ışığın tamamen yansıtması anlamına gelir. Aydınlanma ortalama olarak açık bir günde 9000, bulutlu günde 1000, tipik bir ofiste 100 foot – kandeladır. Yansıtma için ortalama olarak bulunan bazı değerler en koyu cisim için 0.01, paslanmaz çelik için 0.65, kar için 0.93'tür (Gonzalez ve Woods, 1993).

$f(x, y)$  fonksiyonun  $(x, y)$  noktasındaki değerine  $\lambda$  dersek (3.1), (3.2) ve (3.3) denklemlerinden  $\lambda$ 'nın

$$L_{\min} < \lambda < L_{\max} \quad (3.4)$$

aralığında değiştiğini görürüz. Teoride tek gereklilik  $L_{\min}$ 'in pozitif olması ve  $L_{\max}$ 'in sonlu olmasıdır. Uygulamalarda,  $L_{\min} = i_{\min} \cdot r_{\min}$  ve  $L_{\max} = i_{\max} \cdot r_{\max}$  yazarsak ve yukarıdaki değerleri göz önünde alırsak, kapalı mekanlar için  $L_{\min} \cong 0.005$  ve  $L_{\max} \cong 100$  bulunur.  $[L_{\min}, L_{\max}]$  aralığına gri ton ölçeği (gray scale) adı verilir. Pratikte bu aralık  $[0, L]$  aralığına kaydırılır. Burada  $\lambda = 0$  siyah ve  $\lambda = L$  beyaz olarak kabul edilir. Aradaki değerler grinin tonlarına karşılık gelir (Gonzalez ve Woods, 1993).

### 3.4.2 Dijital Görüntü

Resim üzerinde bilgisayarla işlem yapabilmek için  $f(x, y)$  görüntü fonksiyonun koordinat sisteminin ve genliğinin dijitize edilmesi gerekir.  $(x, y)$  düzlemsel koordinat sisteminin sayısallaştırılmasına görüntü örnekleme (image sampling), genliğin sayısallaştırılmasına gri ton ayıklaştırılması (gray level quantization) adı verilir. Bu durumda dijital resim hem düzlemsel koordinatların, hem de parlaklığın ayrık biçimde olduğu bir görüntü fonksiyonudur.

$$f(x, y) \cong \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & . & . & f(0, M-1) \\ f(0,0) & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ f(N-1,0) & . & . & . & f(N-1, M-1) \end{pmatrix} \quad (3.5)$$

(3.5) denkleminde  $f(x, y)$  fonksiyonu, sürekli bir resmi göstermektedir. Denklemin sağ tarafı, bu resmin yaklaşığıdır ve dijital resim olarak adlandırılır. Bu dijital resmi, satır ve sütun indislerinin resimdeki bir noktanın koordinatlarını, bu noktadaki elemanın da gri ton değerini gösterdiği bir matris olarak düşünebiliriz

( $i = 0,1,\dots,N-1; j = 0,1,\dots,M-1$ ). Bu şekildeki bir görüntü düzleminin elemanlarına piksel adı verilir (Gonzalez ve Woods, 1993).

Sayılaştırma işleminde  $N$ ,  $M$  değerlerini ve ayrık gri ton sayına belirlemek gerekir. Gri tonlarının sayısına  $G$  diyelim. Bilgisayar uygulamalarında bu değerle genellikle  $2$ 'nin pozitif tamsayı kuvvetleri olarak seçilir:

$$N = 2^n, M = 2^m, G = 2^k$$

Buradaki gri ton değerlerinin  $[0, L]$  aralığında ve eşit aralıklı ayrık değerler olduğunu kabul ediyoruz. Resimler bilgisayar ortamında işlem gördüğüne ve saklandığına göre, bir resmi saklamak için  $N * M * k$  bit hafızaya ihtiyaç vardır. Görüntü matrisi sürekli bir fonksiyonun yaklaşığı olduğundan iyi bir benzerlik için matrisin boyutlarının ve gri ton sayısının ne olması gerektiği sorunuyla karşılarız. Bu parametreler büyüdükçe dijital resim orijinal resme daha çok yaklaşır. Ancak resim için gereken hafıza miktarı ve görüntü işleme için gereken zaman da artacaktır. İyi bir resmin tanımını yapmak zordur çünkü çeşitli uygulama alanlarının ihtiyaçları birbirinden farklıdır. Siyah beyaz televizyon görüntüsüne denk bir görüntü  $512 \times 512$  piksel boyutlarında 128 gri tonlu bir resimle karşılanabilir.

### 3.4.3. Renkli Görüntü

Görüntü işlemede renkli resim kullanımının çeşitli avantajları vardır. Otomatik görüntü analizinde renk, nesnelerin tanımlanmasını ve çevrelerinden izole edilmesini kolaylaştıran güçlü bir araçtır. Ayrıca, insan özü yaklaşık iki düzine gri tonu ayırt edebilmesine karşılık binlerce renk tonu ve yoğunluğu ayırt edebilir.

### 3.4.4. Görüntü Dosyaları

Görüntü işleminin ilk adımı, görüntülerin alınıp sayısallaştırılmasıdır. Sayısallaştırılmış görüntüler bilgisayar ortamında hareketli görüntü (video) ya da resim dosyası biçiminde saklanır.

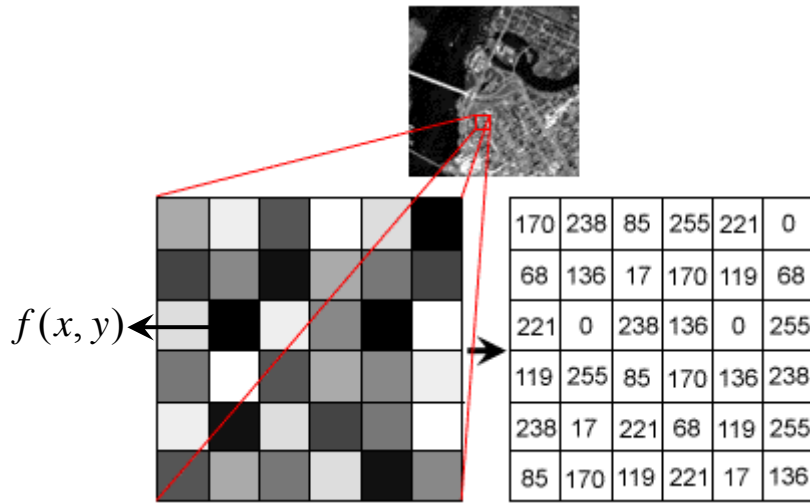
### 3.4.4.1. Vektör ve Piksel Grafikler

Görüntü dosyaları iki şekilde depolanabilir. Eğriler, alanlar ve dolduruldukları renkler olarak saklanıyorsa bu tür görüntü dosyalarına vektör tabanlı ya da vektörel dosya denilir. Vektörel programlarla bir çizgi veya eğim oluşturulduğunda, başlangıç ve son nokta arasında matematiksel bir ifade oluşturulur. Açılar ve uzaklıklar bu eşitlikte değişkenlikler olarak yer alır. Çizilen şekil yeni bir boyuta getirildiğinde, değişkenlere büyütme oranı girilir ve şekil kayıp olmaksızın yeniden oluşturulur.

Resim noktalar topluluğu olarak oluşturulmuşsa bu tür resimlere piksel tabanlı görüntü denilmektedir. Piksel tabanlı görüntülerin dosya boyutu büyütme oranı arttıkça artmaktadır.

### 3.4.4.2. Piksel

Piksel kare şeklinde görüntünün en küçük birimidir. Sayısal görüntüler yan yana gelen pikseller topluluğundan oluşmaktadır (Şekil 3.2.). İki boyutlu uzayda sayısal görüntü satır ve sütunların kullanıldığı matris şeklinde tanımlanır. Matrisin her bir elemanına satır ve sütun kesişim noktalarında  $a(x, y)$  şeklinde ulaşılır. Pikselin kendi başına en ve boy değerleri yoktur. Dikdörtgen biçimindeki tek bir piksel 1x1 mm, 1x1 cm ya da 3x2 m olabilir. Tersi belirtilmedikçe piksellerin en ve boy oranı eşittir.



Şekil 3.2. Dijital görüntü ve piksel değerleri serisi

Çözünürlük ise boyut tanımlamalarında ek olarak gereken bir kavramdır. Kendi başlarına boyut sahibi olmayan piksellerin boyutu belirlendiğinde uzunluk biriminde kaç piksel bulanacağı da belirlenmiş olur.

Kapladığı alan ne olursa olsun görüntü birimi olan her piksel sadece tek bir renk değeri içerebilir. Piksel tabanlı sayısal görüntü işleme programları görüntü üzerinde işlem yaparken inç ve santimetre değerini kullanmazlar. Tüm kesme, yapıştırma, yer değiştirme işlemlerinin tamamı piksellere uygulanır. Vektörel görüntü dosyalarından farklı olarak noktasal görüntü dosyaları için çözünürlük ve içerdiği piksel sayısı çok önemlidir. Dokümandaki işlemlerin hepsi piksellerin rengi veya konumunu değiştirerek etki yapar. İşlemlerin ne kadar süreceği ise üzerinde işlem yapılan piksel sayısına ve işlemin karmaşıklığına bağlıdır.

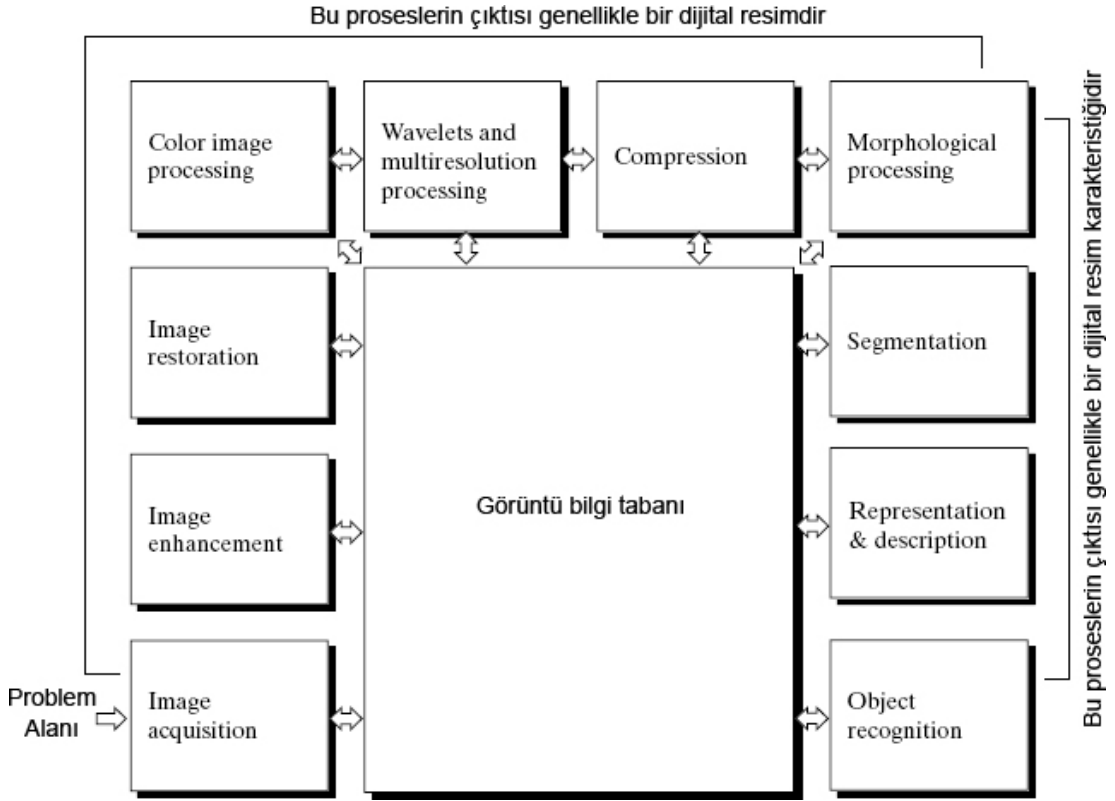
#### **3.4.4.3. Çözünürlük**

Çözünürlük, uzunluk biriminde birbirinden ayırt edebilen nokta sayısıdır. Çözünürlük hesaplarında uzunluk birimi olarak inç veya santimetre kullanılır.

### **3.5. Dijital Görüntü İşlemenin Temel Adımları**

Dijital Görüntü İşleme, bir görüntüyü dijital hale dönüştürme ve bu görüntü üzerinde işlem yapma konularını kapsamaktadır. Dijital görüntü işleme yöntemlerinin ana amacı, insanın görüntüyü daha iyi yorumlayabilmesi için görüntünün iyileştirilmesi ve bilgisayarın görüntüyü yorumlayabilmesi için görüntünün analizinin yapılmasıdır. Görüntü iyileştirme tekniklerinin hedefi, görüntüyü özel bir amaç için orijinal görüntüden daha uygun bir biçime getirmektir. Bir görüntü iyileştirme sisteminin hem girdisi hem de çıktısı dijital resimlerdir. Bu organizasyon Şekil 3.3.'de özetlenmiştir. Bu şekil her metodun tek bir dijital görüntüye uygulandığını göstermemekte ve görüntülere farklı amaçlar için bütün metodların uygulanabilirliği fikrini ifade etmektedir.

Bir görüntü işleme uygulamasında ilk adım görüntüyü elde etmektir (*Image Acquisition*) ve bunun için bir görüntü algılayıcı gerekir. Bu cihaz bir tarayıcı, dijital fotoğraf makinesi veya bir kamera olabilir.



Şekil 3.3. Dijital görüntü işlemede temel adımlar

Eğer görüntü algılayıcının çıktısı sayısal değilse bu sinyal bir Analog – Dijital çeviriciden (ADC) geçirilerek sayılaştırılır. Kazanım (elde etme, edinim) hali hazırda dijital formda olan bir resim basitliğinde olabilir. Genel olarak, resim edinme safhaları, ölçekleme gibi ön işlemeyi içermektedir.

Görüntü pekiştirme (*Image Enhancement*), dijital görüntü işleminin en basit ve en çok başvurulan alanlarından birisidir. Esasında, pekiştirme tekniklerinin arkasındaki düşünce hiç dikkati çekmeyen detayları ortaya çıkarmak, ya da sadece bir resimde yer alan, hedef doğrultusundaki bazı özellikleri vurgulamaktır. Dijital bir imgenin kontrastını (karşıtlık) artırmak görüntü pekiştirmede en sık kullanılan metotlardan biridir. Görüntü pekiştirme, görüntü işleminin subjektif bir alanıdır.

Görüntüyü yeniden elde etme (*Image Restoration*), bir dijital imgenin görünüşünün geliştirilmesiyle ilgilenen bir alandır. Diğer yandan, oldukça subjektif olan pekiştirmenin aksine, görüntüyü yeniden elde etme, matematiksel ya da resim

bozulmasının olasılıksal modellerine eğilimli olduğu için objektif bir yöntemdir. Diğer taraftan pekiştirme, insanın subjektif tercihlerine dayanmaktadır.

Renkli görüntü işleme (*Color Image Processing*), paylaşılan bilgi ağları üzerinde dijital resim kullanımının artması sonucu giderek önem kazanmaktadır. Renkli modellerdeki birkaç temel kavramı ve dijital ortamda basit renk işleme yöntemlerini içermektedir. Renk, nesnelerin tanımlanmasını ve çevrelerinden izole edilmesini kolaylaştıran güçlü bir araçtır. Ayrıca, insan gözü yaklaşık iki düzine gri tonu ayırt edebilmesine karşılık, binlerce renk tonu ve yoğunluğu dijital görüntü işleme metotları ile ayırt edilebilir.

Küçük dalgalar (*Wavelets and Multiresolution Processing*), farklı çözünürlük derecesindeki resimleri temsil için bir altyapıdır. Sayısal görüntü verilerini sıkıştırma ve resimlerin küçük bölgelerde ard arda alt bölümlere ayrıldıkları piramidal sunum için kullanılır.

Sıkıştırma (*Compression*), bir resmi saklamak üzere gereken bellek miktarını ya da aynı resmi iletmek amacıyla gerekli olan band genişliğini azaltmak için gereksinim duyulan işlemleri içeren metotlarla ilgilenir. Bellek teknolojisinin geçtiğimiz on yılda hatırı sayılır gelişme göstermiş olmasına karşın aynı durum iletim kapasitesi için söylenemez.

Morfolojik işleme (*Morphological Processing*), bir görüntüdeki nesnelerin geometrik şeklini ve yapısını incelemek için kullanılan bir araçtır. Morfolojik işlemler, kümeler teorisi kavramları yardımıyla ifade edilirler. İşlemden geçirilecek görüntü bir küme olarak düşünülür. Morfolojik bir işlem, bu görüntü kümesinin yapılandırma elemanı görüntü üzerinde dolaştırılır ve uygulanan morfolojik işlemin tanımına göre görüntüdeki piksel değerleri ile yapılandırma elemanının değerleri karşılaştırılarak sonuç görüntüsü elde edilir (Pitas, 1993).

Bölümleme (*Segmentation*) metodu, bir sayısal görüntünün öğelerine ya da nesnelere bölünmesidir. Genel olarak bağımsız bölümleme yöntemi dijital görüntü işleminin içindeki en zor görevlerden bir tanesidir. Düzensiz bölümleme yöntemi, teker teker tanımlanması gereken objeleri gerektiren şekillendirme problemlerinin

başarıyla çözümlenmesini zorlaştırır. Diğer taraftan zayıf ya da kararsız bölümler algoritmaları neredeyse her zaman başarısızlığa sebep olur. Genel olarak bölümler ne kadar doğru olursa kabul edilme de o kadar başarılı olur.

Temsil ve tanımlama (*Representation and Description*), her zaman bölümler aşamasının çıktısını takip eder. Bunlar bölgenin sınırını (pixellerin dizilimi bir resim bölgesini diğerinden ayırır) ya da bölgenin kendisinin bütün noktalarını oluşturan ham pixel bilgileridir. Her iki durumdada, bilgileri şekillere çevirirken bilgisayar için işleme tabi tutmak gereklidir. Bu yöntemde bilgilerin sınır olarak mı, yoksa tam bir bölge olarak mı kaydedilmesi gerektiğinin kararının verilmesi gerekir. Çekimlenmeler (*inflection*) ve köşeler (*corner*) gibi dış şekil karakteristikleri üzerine odaklanıldığı zaman sınır temsili kullanılması uygun olur. Bölgesel temsilin ise çatisal (*skeletal*) ya da dokusal (*texture*) şekil gibi iç özellikleri üzerinde yoğunlaşıldığı zaman kullanılması uygundur. Bazı uygulamalarda, bu temsiller birbirlerini tamamlamaktadırlar. Bir temsil seçimi sadece bozuk bilgilerin bir sonraki aşama olan bilgisayar süreci için uygun şekle dönüştürülmesinde çözümün bir parçasıdır. Tanımlama (*Description*) aşamasında, söz konusu piksellerin taşıdığı ayırt edici özellikler hesaplanır. Bu aşamanın çıktısı, bir piksel kümesinin özelliklerini içeren bir özellik vektörü olabilir.

Tanıma (*Recognition*), bu özellik vektörünün, bir özellik vektörleri kümesinin herhangi bir elemanına benzetilmeye çalışılması yöntemlerini içerir. Böylece piksel kümeleri sınıflandırılır.

### **3.6. Görüntü Pekiştirme**

Görüntü pekiştirme tekniklerinin amacı, bir görüntüyü özel bir uygulama alanı için orijinalinden daha uygun bir hale getirmektir. Görüntü pekiştirme, insana yönelik uygulamalar için asıl amaç, bilgisayara yönelik uygulamalar için bir ara basamaktır. Çok koyu veya açık görüntülerin parlaklık dağılımının düzenlenmesi, insana yönelik uygulamalara örnek olarak gösterilebilir. Bilgisayara yönelik uygulama örnekleri ise genellikle segmentasyon aşamasına hazırlık olarak kabul edilen eşikleme, görüntü üzerinden maske geçirme gibi işlemlerdir.

Görüntü düzleminde gerçekleştirilen geliştirme işlemleri, nokta işlemleri ve maske işlemleri olarak iki genel kategoride incelenebilir. Görüntü düzlemi terimi bir görüntüyü oluşturulan pikseller kümesini ifade eder. Görüntü düzlemi metotları doğrudan bu pikseller üzerinde işlem yapan metotlardır. Görüntü düzlemindeki görüntü işleme fonksiyonları aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Gonzalez ve Woods, 1993).

$$(x, y) = T[f(x, y)] \quad (3.6)$$

burada  $f(x, y)$  giriş görüntüsü,  $g(x, y)$  işlenmiş görüntü,  $T$  ise  $f$  üzerinde  $(x, y)$ 'nin bir komşuluğunda tanımlı bir operatördür.  $T$  operatörü bir dizi görüntü üzerinde de tanımlanabilir; böylece iki görüntüyü toplamak veya bir dizi görüntünün ortalanmasını almak gibi işlemler yapılabilir.

$(x, y)$ 'nin bir komşuluğunu belirlemek için en çok kullanılan yöntem, merkezi  $(x, y)$  olan kare şeklinde bir bölge tanımlanmaktadır.  $T$ 'nin en basit olduğu durum, bu bölgenin boyutlarının  $1 \times 1$  olduğu durumdur. Burada,  $T$  herhangi bir şekilde belirlendikten sonra,  $g$ 'nin alacağı değer  $f$ 'nin  $(x, y)$ 'deki değerine bağlıdır. Bu durumda  $T$ 'ye gri ton değeri dönüşüm (veya eşleme) fonksiyonu adı verilir. Görüntünün herhangi bir noktasındaki geliştirme sadece bu noktadaki gri ton değerine bağlı olduğundan, bu kategorideki tekniklere nokta işleme teknikleri adı verilir.  $(x, y)$ 'nin bir komşuluğunu belirlemek için daha büyük bölgeler de tanımlanabilir. Pratikte en çok,  $(x, y)$  noktasını merkez alan ve kenarları tek sayı olan kare şeklinde bölgeler kullanılır. Bu bölgelere maske (veya filtre, pencere) adı verilir. Sonuçta elde edilen görüntünün bir  $(x, y)$  noktasındaki değeri, giriş görüntüsünde merkezi  $(x, y)$  olan bölgedeki pikseller ve bu bölge üzerine uygulanan maskenin katsayıları yardımıyla belirlenir. Bu kategorideki tekniklere maske işleme teknikleri adı verilir (Gonzalez ve Woods, 1993).

### 3.6.1. Nokta İşleme Teknikleri

Nokta işleme tekniklerinde sonuçta elde edilen görüntünün bir  $(x, y)$  noktasındaki değeri, orijinal görüntünün aynı  $(x, y)$  noktasındaki değeri bağlıdır. Bu kategorideki

teknikler, sadece grinin tonlarından oluşan görüntüler için,  $s = T(r)$  bağıntısıyla gösterilebilir. Burada  $r$  orijinal görüntüdeki bir piksel değeri,  $s$  de geliştirme işleminden sonraki piksel değeri olduğu kabul edilirse,  $T$  fonksiyonu  $[0, L-1]$  aralığındaki değerleri yine  $[0, L-1]$  aralığına dönüştüren, tek değerli bir fonksiyondur.

Uygulamalarda  $r$ 'nin  $[0, L-1]$  aralığında alacağı değerler için  $s$  değerleri önceden hesaplanır ve bu değerler bir tabloya aktarılır. Görüntü geliştirme işlemi sırasında orijinal görüntü taranır, her pikselin gri ton değerine karşılık gelen yeni değer tablodan bulunur ve yeni görüntüde yerine yazılır. Nokta işleme tekniklerinde bir piksel sadece bir defa kullanıldığı için yeni piksel değerini orijinal görüntüdeki yerine yazmak mümkündür.

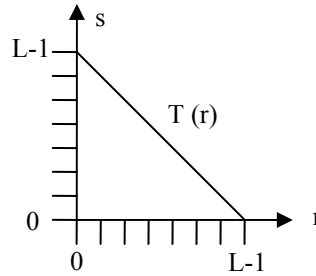
### 3.6.1.1. Negatif Görüntü

Görüntü negatiflerinin kullanım alanlarına örnek olarak tıbbi görüntülerin gösterimi veya fotoğrafçılık alanında saydam hazırlanması konuları gösterilebilir. Bir görüntünün negatifi, Şekil 3.4.'de görülen  $s = T(r)$  dönüşüm fonksiyonu ile elde edilir (Gonzalez ve Woods, 1993).

Bu fonksiyon aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

$$S = T(r) = L - 1 - r \quad (3.7)$$

Burada  $L$  değeri gri tonların sayısını göstermektedir.



Şekil 3.4. Negatif görüntü için dönüşüm fonksiyonu

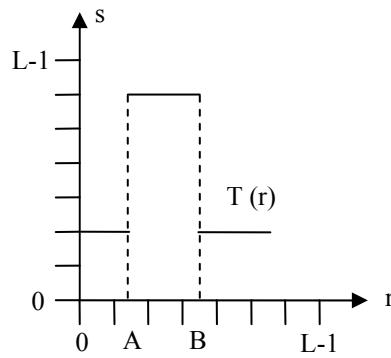
### 3.6.1.2. Gri Ton Değerlerini Dilimleme

Bazı uygulamalarda bir görüntüdeki belli bir gri ton değeri aralığını vurgulamak gerekebilir. Bu işlemi gerçekleştirmenin çeşitli yöntemleri vardır. Ancak bunların çoğu, iki temel yöntemin çeşitlenmeleridir. Her iki yöntemde de ilgi alanına giren gri ton değerleri bundan daha düşük bir değere indirilir (Şekil 3.5.). İkinci yöntemde ise diğer gri ton değerleri değiştirilmez (Şekil 3.6.).

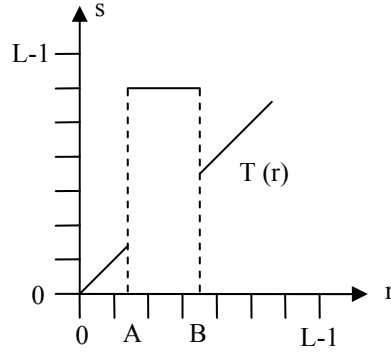
Bu fonksiyonlar sırasıyla aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Gonzalez ve Woods, 1993):

$$s = T(r) = \begin{cases} c_1, & 0 \leq r \leq A \\ c_2, & A \leq r \leq B \\ c_1, & B \leq r \leq L-1 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$s = T(r) = \begin{cases} r, & 0 \leq r \leq A \\ c_2, & A \leq r \leq B \\ r, & B \leq r \leq L-1 \end{cases} \quad (3.9)$$



Şekil 3.5. İlgi alanına girmeyen gri tonların düşük değere çekildiği fonksiyon



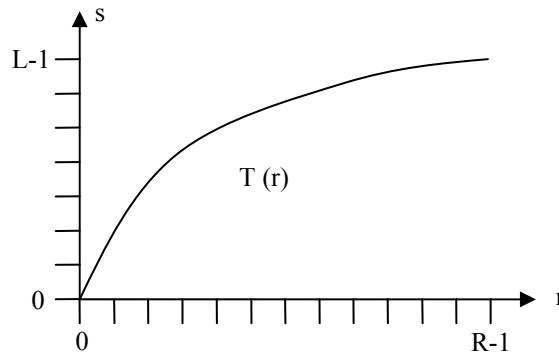
Şekil 3.6. İlgili alanına girmeyen gri tonların değişmediği fonksiyon

### 3.6.1.3. Gri Ton Ölçekli Sıkıştırma

Bazı uygulamalarda dijital görüntüdeki gri ton sayısı, görüntünün gösterilmesinde kullanılan bir aygıtın (örneğin ekran kartı) gösterme kapasitesinin üzerinde olabilir. Toplam 256 gri tonundan oluşan bir görüntüyü sadece 16 ton gösterebilen bir aletle ekrana yansıtmak, bu durumun bir örneğidir. Bu durumda görüntüdeki piksellerin parlaklık değeri sınırlarını uygun bir düzeye çekmek gerekir. Bu işlem için basamak fonksiyonu kullanmak mümkündür fakat bu şekilde oluşturulan görüntülerden, ayırt edilebilirlik açısından beklenen sonucun elde edilemediği gözlemlenmiştir. Basamak fonksiyonuna bir seçenek olarak şekildeki fonksiyon önerilebilir.

Orijinal görüntüde R adet, yeni görüntüde L adet parlaklık değeri bulunmaktadır. Bu fonksiyon aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Gonzalez ve Woods, 1993):

$$s = T(r) = c \cdot \log(1 + |r|) \quad (3.10)$$



Şekil 3.7. Gri ton ölçeğini sıkıştırmak için kullanılan fonksiyon örneği

Buradaki  $c$  sabiti, formülde  $r$  ve  $s$  için maksimum değerler yerlerine yazılarak bulunabilir. Yukarıda verilen örnekte  $s=15$ ,  $r=255$  için  $15=c.\log(256)$  ve  $c=6.228$  bulunur.

#### 3.6.1.4. Görüntü Histogramı

Histogram, görüntü üzerindeki piksellerin değerlerinin grafiksel ifadesidir. Buna görüntü histogramı veya gri-düzey histogramı denir. Görüntü histogramı, görüntünün her bir noktasındaki piksellerin tespiti ile bu piksellerin sayısının ne olduğunu gösterir. Bu sayede histogram üzerinden görüntü ile ilgili çeşitli bilgilerin çıkartılması sağlanır. Görüntü üzerindeki piksellerin nerede yerleştiği tam olarak çıkartılamaz. Fakat görüntünün aydınlık-karanlık bölge değerlerinden görüntü hakkında genel bilgiler elde edilebilir. Uygulanmak istenen eşik değerleri tahmin edilebilir.

Gri ton değerleri  $[0, L-1]$  aralığında değişen bir dijital görüntünün histogramı,

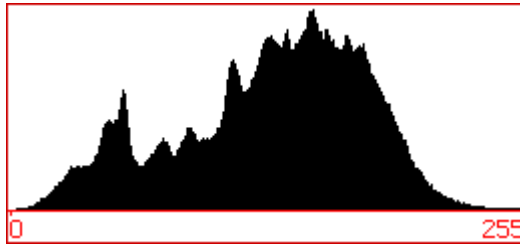
$$p(r_k) = n_k / N \quad (3.11)$$

ayrık fonksiyonudur. Burada  $r_k$  gri ton değerini,  $n_k$  görüntüde bu ton değerinden piksellerin sayısını,  $N$  görüntüdeki toplam piksel sayısını gösterir ( $k=0, 1, 2, \dots, L-1$ ) (Gonzalez ve Woods, 1993). Bu şekilde tanımlanmış  $p(r_k)$  fonksiyonu, gri ton değerlerinin görüntüde bulunma olasılıklarının hesabını verir. Uygulamalarda histogramın tanımı çeşitli şekillerde basitleştirilebilir. Örneğin  $r_k$  değeri hemen her zaman doğrudan  $k$  tamsayısı olarak alınır. Ayrıca görüntü histogramı gösteren tablolarda çoğu zaman normalize edilmiş değerler (olasılıklar) yerine her bir gri ton değerinden piksellerin sayısı (frekanslar) gösterilir. Şekil 3.8.'de örnek bir görüntü ve Şekil 3.9.'da bu görüntünün histogramı görülmektedir.

Görüntü histogramı görüntünün genel görünümü hakkında bir bilgi verir. Bu görünüm, histogramda piksellerin yoğunlaştığı bölgelere bakarak çeşitli şekillerde yorumlanabilir.



Şekil 3.8. Dijital görüntü



Şekil 3.9. Görüntünün histogramı

Eğer pikseller histogramın küçük gri ton sayılı değerlerini gösteren bölgelerinde yoğunlaşıyorsa görüntünün genel olarak karanlık olduğu sonucuna varılabilir. Pikseller yüksek gri ton değerlerinde yoğunlaşıyorsa çok aydınlık ve beyazın ağırlıklı olduğu bir görüntü söz konusudur. Pikseller histogramın orta bölgelerinde dar bir alanda yoğunlaşıyorsa görüntüye gri ton hakimdir. Bu durumlar, kontrast geliştirme veya histogram işleme tekniklerinin uygulanabilirliği konusunda fikir verir. Ancak, histogramın verdiği bilgilerin sınırlarına dikkat etmek gerekir. Örneğin histogram, görüntünün içeriğine ait herhangi bilgi taşımaz. Ayrıca histogramın verdiği bilginin, görüntünün bütününe ait olduğunu unutmamak gerekir. Histogram, her bir gri ton değerinden piksellerin sayısı hakkında bilgi veremez. Bu yüzden görüntünün bütünüyle değil de sadece belli bir bölgesiyle ilgileniyorsak, bu bölgeye ait histogramı hesaplamak gerekecektir (Bellanger, 2000).

### 3.6.1.5. Parlaklık Ayarlama

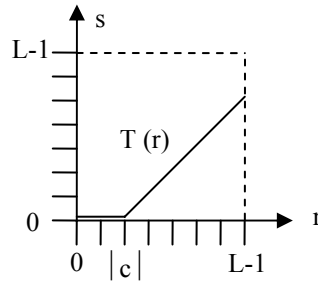
Gri ton değerlerinin ağırlıklı ortalamasını ve varyansını hesaplayarak görüntünün genel görünümüyle ilgili iki adet özellik elde edebiliriz.

Gri ton değerlerinin ağırlıklı ortalaması görüntünü ortalama parlaklığın, varyans da kontrastın bir ölçüsüdür. Görüntünün parlaklığını ayarlamak için görüntünün piksellerinin gri ton değerlerine sabit  $c$  sayısı eklenebilir. Bu durumda dönüşüm fonksiyonu,

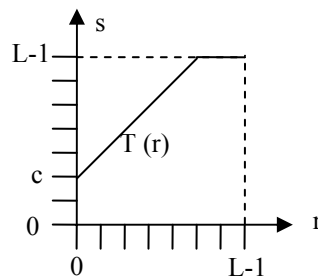
$$s = T(r) = r + c \quad (3.12)$$

şeklindedir (Bellanger, 2000). Gri ton değerleri  $[0, L-1]$  aralığındaki dijital görüntü için  $c < 0$  durumunda  $s < 0$  bulunuyorsa  $s = 0$ ,  $c > 0$  durumunda  $s > L-1$  bulunuyorsa  $s = L-1$  kabul edilir. Bu iki durum için dönüşüm fonksiyonlarının grafiği Şekil 3.10. ve 3.11.'de görülmektedir.

Görüntü histogramı  $c < 0$  durumunda şeklini değiştirmeden sol tarafa doğru,  $c > 0$  durumunda ise sağ tarafa doğru kayar.  $[0, L-1]$  sınırlarını aştığı hallerde, 0 veya  $L-1$  gri ton değerlerinde birikme olur.



Şekil 3.10.  $c < 0$  için dönüşüm fonksiyonu



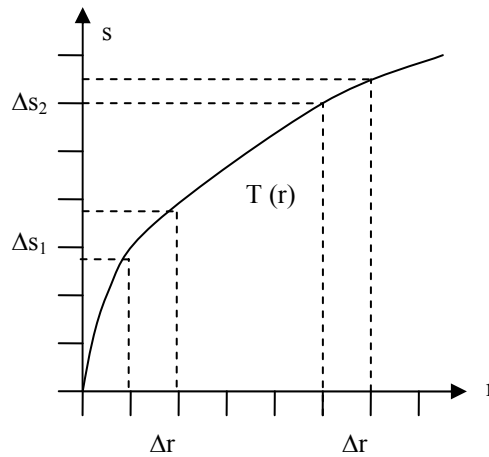
Şekil 3.11.  $c > 0$  için dönüşüm fonksiyonu

### 3.6.1.6. Kontrast Geliştirme

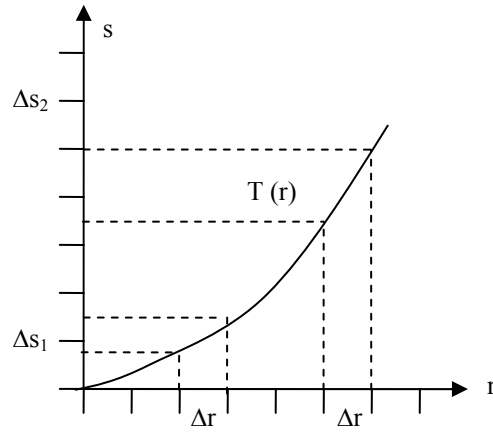
Sözlük anlamı ‘karşıtlık’ olan kontrast, görüntünün ayırt edilebilirliğini ifade etmek için kullanılır. İnsan gözünün gri ton değerlerini ayırt etme kapasitesi ortalama olarak 30 adet gri ton değeriyle sınırlıdır. Bir görüntüdeki en düşük ve en yüksek gri ton değerleri arasındaki farkın bu sınırdan düşük olması durumunda, b görüntüdeki detayların insan gözü tarafından yeterince algılanamadığı söylenebilir. Bu tipteki görüntülerin histogramlarında, gri ton ölçeğinin dar bir aralığında çok sayıda pikselin yoğunlaştığı görülür. Bu görüntülere düşük kontrastlı görüntüler adı verilir (Bellanger, 2000).

İnsan incelemesine uygun olmayan düşük kontrastlı görüntüler çeşitli dönüşüm fonksiyonları yoluyla insan için daha uygun duruma getirilebilirler. Farklı türdeki düşük kontrastlı görüntüler için farklı fonksiyonlar kullanmak gerekir. Koyu tonların ağırlıklı olduğu bir görüntüyü geliştirmek için gri ton değerlerini açık tonları gösteren yüksek değerlere doğru kaydırmak gerekir. Şekil 3.12.’de görülen fonksiyon, istenen özelliğe sahiptir.

Bu fonksiyonda  $\Delta s_1 > \Delta r$  ve  $\Delta s_2 > \Delta r$  eşitsizlikleri sağlamaktadır. Bu yüzden orijinal görüntüde düşük gri tonları gösteren değerler, işlenmiş görüntüde daha geniş bir aralığa yayılır. Bu özelliğe sahip çeşitli fonksiyonlar bulunabilir.



Şekil 3.12. Karanlık görüntüler için dönüşüm fonksiyonu



Şekil 3.13. Aydınlık görüntüler için dönüşüm fonksiyonu

Açık tonların ağırlıklı olduğu bir görüntü de benzer şekilde geliştirilebilir. Ancak burada, yukarıda tartışılan durumun tersine, alçak değerleri sıkıştırıp yüksek değerleri daha geniş bir aralığa yayacak bir fonksiyon gereklidir. Şekil 3.13.'de bu türden bir fonksiyon görülmektedir.

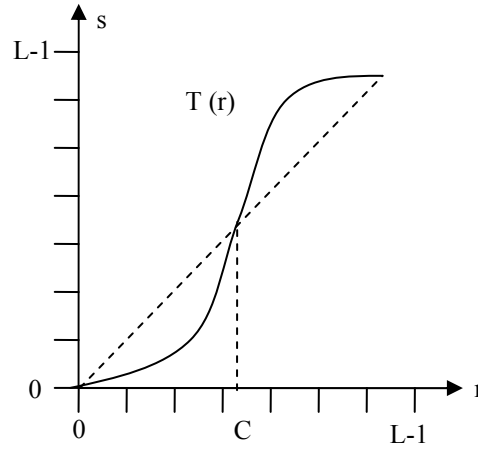
Bu fonksiyonda  $\Delta s_1 > \Delta r$  ve  $\Delta s_2 > \Delta r$  eşitsizlikleri sağlamaktadır. Sıfır değerini tekrar sıfıra,  $L-1$  değerini tekrar  $L-1$ 'e eşlenmesine dikkat etmek koşuluyla herhangi bir üstel fonksiyon bu işi görecektir; Örneğin

$$s = T(r) = r^2(L-1)^{-1} \quad (3.13)$$

Piksel değerlerinin, gri ton ölçeğinin orta kısımlarında yoğunlaştığı görüntülerde kontrastı artırmak için açık tonları daha çok açmak, koy tonları daha çok koyulaştırmak gerekir. Bu sonucu elde etmek için ihtiyaç duyulan fonksiyon, Şekil 3.14.'de grafiği verilen türde bir fonksiyondur (Bellanger, 2000).

Sabit bir  $C$  sayısından küçük olan değerler koyu ton bölgelerine,  $C$  sayısından büyük olan değerler açık ton bölgelerine doğru itilmektedir. Aşağıda verilen fonksiyon, bu özellikleri sağlamaktadır.

$$s = T(r) = r - \sin[2\pi(L-1)^{-1}] \quad (3.14)$$



Şekil 3.14. Gri görüntüler için dönüşüm fonksiyonu

Bu fonksiyonda  $C$  değeri  $(L-1)/2$ 'ye eşittir, yani sabit nokta gri ton ölçeğinin ortasında yer alır.  $K$  değeri fonksiyonun  $s = r$  referans doğrusundan ne kadar saptığını göstermektedir. Pozitif  $K$  değerleri için kontrast artmakta, negatif  $K$  değerleri için kontrast azalmaktadır.  $|K|$ 'nın belli bir değerden büyük olması durumunda  $T(r) < 0$  veya  $T(r) > L-1$  sonuçları elde edileceğinden  $K$ 'nın değerini uygun bir aralıkta sınırlamak gerekir (Bellanger, 2000).

### 3.6.1.7. Histogram Eşitleme

Kontrast geliştirme bölümünde tartışılan tekniklerin etkinliği, gri ton değerlerini histogramda yoğunlaştığı bölgelere bağlıdır. Kontrastı artırmak için bu yoğunlaşma bölgelerinden bağımsız yöntemler de mevcuttur. Bunlardan biri kontrast yaymaktır. Bu yöntem  $f(x, y)$  görüntüsündeki piksellerin gri ton değerlerinin

$$a \leq f(x, y) \leq b \quad (3.15)$$

şeklinde sınırlı olduğu görüntülerde uygulanabilir. Bu koşullarda,

$$s = T(r) = (L-1)(r-a)(b-a)^{-1} \quad (3.16)$$

fonksiyonu,  $[a, b]$  aralığındaki gri ton değerlerini  $[0, L-1]$  aralığına eşit aralıklarla yaymaktadır. Burada  $L$  değeri toplam gri ton sayısını göstermektedir. Sonuçta gözle

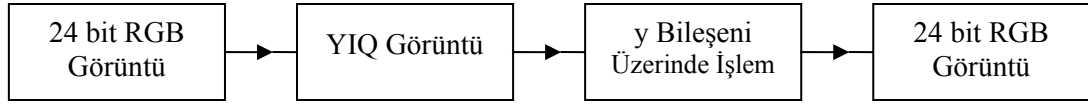
görülür bir etki elde etmek için  $b - a$  değerinin  $L$ 'ye göre küçük olması (örneğin yaklaşık olarak  $L/6$ ) gerekir.

Histogram eşitleme yöntemi de, kontrast yayma yöntemi gibi, gri ton değerlerini tekrar dağıtmayı hedefleyen bir yöntemdir. Histogram eşitleme yönteminde piksel sayısının fazla olduğu gri ton değerlerine daha geniş bir aralık, piksel sayısının az olduğu gri ton değerlerine daha dar bir aralık ayrılır (Gonzalez ve Woods, 1993).

Kontrast yayma sonucunda piksel sayısı fazla olan gri ton değerleri için kontrast artar, az olanlar için kontrast azalır. Histogram eşitleme yöntemi histogram yayma yönteminden genellikle daha üstün sonuçlar verir. Histogram eşitleme yöntemi, gri ton değerleri bütün ölçüğe yayılmış görüntüler için kullanılabilir. Ancak bu yöntemin, daha çok sayıda bulunan gri ton değerinin daha önemli olduğunu kabul eden istatistiksel bir yöntem olduğuna dikkat etmek gerekir. İlgilendiğimiz görüntüde böyle bir durum yoksa yöntem sonucunda elde edilen görüntü kullanılmaz olacaktır. Ayrıca histogram eşitleme yönteminin, histogramdaki gri ton değerlerinin dar bir aralığa sıkıştığı görüntülerde her zaman istenen sonucu vermediği gözlenmiştir.

### 3.6.1.8. Renkli Görüntülerin Histogramı

Gerçek renk (true color) olarak isimlendirilen görüntülerde her bir piksel üç ayrı bileşenden oluşur. Bu bileşenler, pikselin rengini oluşturulan kırmızı, yeşil ve mavi temel renklerin ağırlıklarını gösterir. Bu görüntüde her bir bileşenin ayrı bir histogramı vardır. Ancak RGB renk modelindeki görüntü ve bu görüntünün histogramı, görüntü geliştirme tekniklerini uygulamaya elverişli değildir. Örneğin histogram eşitleme yöntemi her bir histograma ayrı ayrı uygulanırsa sonuçta elde edilecek görüntüdeki renkler, orijinal görüntü ile tutarlı olmayacaktır. Bu yüzden renkli görüntüyü görüntü işleme tekniklerine uygun bir modele dönüştürmek gerekir. Örneğin YIQ renk modelinde parlaklık (ışık yoğunluğu) bilgisi renk bilgilerinden ayrı bir bileşende saklandığı için bu model, önceki alt bölümlerde tartışılan görüntü işleme tekniklerinin uygulanmasında elverişlidir. Bunun için önce görüntü RGB'den YIQ renk modeline dönüştürülür ve parlaklığı gösteren Y bileşeni üzerinde görüntü geliştirme teknikleri uygulanır.

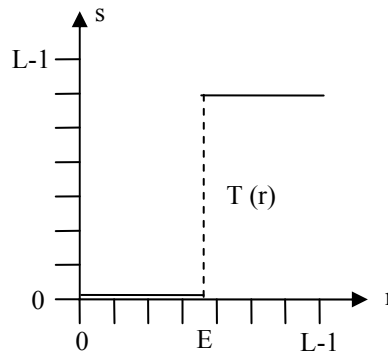


Şekil 3.15. Renkli görüntüler için geliştirme işlemi şeması

Son olarak görüntü, YIQ renk modelinden RGB' ye ters dönüşüm ile ekranda gösterilmeye hazır hale gelir. Bu işlemler Şekil 3.15'de şematik olarak gösterilmiştir.

### 3.6.1.9. Eşikleme (Thresholding)

Görüntü geliştirme söz konusu olduğunda eşikleme işleminin amacı, gri ton ölçeğinde  $L$  adet değer bulunan bir görüntüyü ele alıp, bu görüntüden gri ton ölçeği sadece iki adet değer içeren bir görüntü elde etmektir. Birçok uygulamada  $[0, L-1]$  aralığındaki  $L$  adet değerden  $\{0;L-1\}$  veya  $\{0;1\}$  değerlerine geçilir. Hangi değerlerin seçileceği uygulamanın ihtiyaçlarına bağlıdır. Eşikleme yöntemi global olarak uygulanırken gri ton ölçeği üzerinde bir eşik değeri saptanır ve bu eşik değerinden küçük olan değerler yerine sıfır, büyük olanlar yerine olanlar  $L-1$  (veya uygulamaya göre 1) yerleştirilir. Bu değerlerin çeşitli anlamları olabilir. Örneğin bir uygulamada  $\{0;1\}$  değerleri, siyah için 0 ve beyaz için 1 olmak üzere, doğrudan renk değerlerini temsil ederken bir başka uygulamada 0 değeri arka planı ve 1 değeri ön planı temsil edebilir. Bu açıdan bakıldığında eşikleme işleminin amacı, görüntüde ilgi alanına giren kısımları diğer kısımlarda ayırmaktır. Aşağıdaki şekilde  $[0, L-1]$  aralığındaki değerleri  $\{0;L-1\}$  değerlerine gönderen bir dönüşüm fonksiyonu görülmektedir (Bellanger, 2000).



Şekil 3.16. Eşikleme için dönüşüm fonksiyonu

Bu fonksiyon aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$s = T(r) = \begin{cases} 0; & r \leq T \\ L-1; & r > E \end{cases} \quad (3.17)$$

Eşikleme işlemlerinde kullanılacak olan  $E$  değerini saptamanın çeşitli yolları vardır. Bir gözlemci görüntü histogramını kontrol ederek bu değeri belirleyebilir. Ayrıca histogramın ağırlıklı olarak iki ayrı kümeden oluşturduğu durumlar için kullanılacak yöntemler de mevcuttur. En sık kullanılan yöntemde, başlangıç olarak keyfi bir  $E_0$  eşik değeri bu değerden küçük olan piksellerin gri tonlarının ortalaması ( $M_1$ ) ve büyük olan piksellerin gri tonlarının ortalaması ( $M_2$ ) bulunur. Yeni eşik değeri,  $M_1$  ve  $M_2$  değerlerinin ortalamasıdır:

$$E_1 = (M_1 + M_2) / 2 \quad (3.18)$$

Bu işlem  $E_k = E_{k-1}$  eşitliği sağlanıncaya kadar devam edilir. Diğer bir yöntemde, histogramda en çok sayıda pikseli gösteren noktadan diğer kümenin bulunduğu tarafta en uçtaki gri ton değerini ve bu değerden kaç tane piksel bulunduğunu gösteren noktaya bir doğru çizilir ve bu aralıktaki histogram değerlerinin bu doğruya uzaklığı hesaplanır.

### 3.6.2. Maske İşleme Teknikleri

Maske işleme tekniklerinde sonuçta elde edilen görüntünün bir  $(x, y)$  noktasındaki değeri, orijinal görüntüde  $(x, y)$ 'nin bir komşuluğundaki değerlere bağlıdır. Bu komşuluk genellikle  $(x, y)$  noktasını merkez alan  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ , ... büyüklüğünde kare şeklinde bölgelerden oluşur. Şekilde  $3 \times 3$  büyüklüğünde bir maske görülmektedir.

$w_0$	$w_1$	$w_2$
$w_3$	$w_4$	$w_5$
$w_6$	$w_7$	$w_8$

Şekil 3.17. Maske modeli

Maskenin katsayıları  $w_0, \dots, w_8$  ile gösterilmiştir. Uygulamada sırasında maske,  $w_4$  katsayısı  $(x, y)$  noktasındaki piksele karşılık gelecek şekilde orijinal görüntünün üzerine yerleştirilir. Benzer şekilde bütün görüntü taranır. Görüntünün kenarlarındaki piksellerde, maskenin sadece sınırlarını dışına taşmayan katsayılarıyla hesap yapılır veya kenar pikselleri hesaplanmadan, oldukları gibi yeni görüntüye geçirilirler. Maske işleme tekniklerinde, görüntünün herhangi bir pikseli hesaplama sırasında bir defadan fazla kullanıldığı için, yeni değeri orijinal görüntüde yerine yazmak mümkün değildir (Gonzalez ve Woods, 1993).

### 3.6.2.1. Görüntü Aritmetiği

Dijital görüntüler üzerinde aritmetiksel işlemler tanımlamak olanaktır. Bu işlemlerin hesaplamalarında görüntü piksellerinin gri ton değerleri kullanılır. Aynı boyutlarda iki görüntü üzerinde aritmetiksel bir işlem yapmak için, iki görüntünün de birbirine karşılık gelen bütün  $(x, y)$  noktalarındaki piksellerinin gri ton değerleri operand olarak kullanılır ve elde edilen değer yeni görüntünün  $(x, y)$  noktasına yazılır. Boyutları aynı olmayan görüntülerde aritmetiksel işlemler sadece iki görüntünün üst üste gelen kısımları için tanımlıdır.

Gri ton değerleri  $[0, L-1]$  aralığında değişen iki görüntü toplanırsa yeni görüntüdeki gri ton değerleri  $[0, 2(L-1)]$  aralığında olacaktır. Bu değerleri  $[0, L-1]$  aralığına çekmenin bir yolunu bulmak gerekir. Bunun için toplama işlemi sonucunda elde edilecek görüntü aşağıdaki şekilde tanımlanır (Bellanger, 2000).

$$g(x, y) = af_1(x, y) + (1-a)f_2(x, y) \quad (3.19)$$

Burada  $f_1$  ve  $f_2$  giriş görüntüleri,  $a$  sabit bir sayı ( $0 < a < 1$ ), ve  $g$  de sonuçta elde edilen görüntüdür.  $a$ 'nın çeşitli değerleri için görüntülerden herhangi birinin daha baskın olması sağlanabilir.  $a=0.5$  değeri için iki görüntünün aritmetiksel ortalaması hesaplanmış olur ve yapılan işlem görüntü ortalama adını alır. Görüntü ortalamasının kullanım alanı, lekelerden temizlenmiş bir görüntü elde etmektir. Bu işlem, değişmeyen bir sahnenin arka arkaya dijital görüntülerinin alınabildiği durumlarda

uygulanabilir. Bu yöntemle, görüntü alma aygıtının görüntüye eklediği lekeler ortadan kaldırılabılır (Gonzalez ve Woods, 1993).

### 3.6.2.2. Lineer Filtreleme

Dijital görüntüler söz konusu olduğunda görüntü frekansı terimi, görüntü düzleminde piksellerin gri ton değerlerinin değişimini ifade eder. Frekans, görüntünün bir pikselinden diğerine geçildiğinde parlaklık değerindeki değişim ölçüsüdür. Gri ton değerlerinin küçük farklarla değiştiği bir görüntüde alçak frekanslar ağırlıktadır. Ton farkı büyük bölgeler veya ince detaylar içeren görüntülerde yüksek veya alçak frekansları öne çıkarmak veya bastırmak mümkündür.

Yüksek frekansları geçiren filtreler görüntünün alçak frekanslı bileşenlerini zayıflatır veya ortadan kaldırırken yüksek frekanslı bölgeleri öne çıkarır. Yüksek frekanslı bileşenler genellikle bölge kenarlarını veya diğer keskin detayları işaret ettiğinden, yüksek geçiren filtre görüntüyü keskinleştirir. Görüntüdeki lekeler veya gürültüler (görüntünün parçası olmayan benekler veya noktalar) genellikle çevrelerinden büyük oranda farklı gri ton değerlerine sahip olduklarından, yüksek geçiren filtre sonucunda daha da belirgin hale gelirler. Alçak frekansları geçiren filtreler ise görüntünün yüksek frekanslı bileşenlerini zayıflatırken alçak frekanslı bileşenlerinin değişmeden kalmasını sağlar. Alçak geçiren filtrenin etkisi ile görüntüdeki lekeler daha az belirgin hale gelir ancak yüksek frekans içeriği de zayıfladığı için görüntüdeki ince detaylar silikleşir ve görüntü bulanıklaşır (Bellanger, 2000).

Orijinal görüntüden, bu görüntünün alçak geçiren bir filtreyle işlenmiş hali çıkarılırsa sonuç görüntüsünde yüksek frekanslı bileşenler göreceli olarak daha fazla görülür hale gelir. Buna karşılık görüntüdeki gürültüler fazla ortaya çıkmaz. Bu işlem

$$\text{Highpass} = \text{Original} - \text{Lowpass} \quad (3.20)$$

Şeklinde yazılabilir. Bu işlemde orijinal görüntü bir A sayısı ile çarpılırsa, yüksek-frekans-vurgulu veya high-boost filtrenin tanımı elde edilir:

$$\text{Highboost} = (A) (\text{Original}) - \text{Lowpass} \quad (3.21)$$

Burada eşitliğin sağ tarafına orijinal görüntü eklenip çıkarılırsa ve (3.22) bağıntısı göz önünde alınırsa

$$\text{Highboost} = (A-1) (\text{Original}) - \text{Highpass} \quad (3.22)$$

Elde edilir.  $A=1$  değeri, standart yüksek geçiren filtreyi verir.  $A>1$  için, orijinal görüntü belli bir oranda yüksek geçiren filtre ile işlenmiş haline eklenir ve bu durum, yüksek geçiren filtre sonucunda kaybolmuş alçak frekanslı bileşenleri tekrar görüntüye kazandırır. Sonuç olarak elde edilen görüntü, orijinal görüntüye benzeyen ancak görüntüdeki çeşitli bölgelerin kenarlarının daha çok ortada olduğu yeni bir görüntüdür.

### 3.6.2.3. Sıralamaya Dayanan Filtreler

Bir filtre tanımlamanın tek yolu, bunu bir maske şeklinde ifade etmek değildir. Sıralama işlemini temel alan filtrelerde bir pikselin yeni gri ton değerini belirlemek için pikselin bir komşuluğu kullanılır ancak, bu bölge üzerine bir maske yerleştirilmez. Bunun yerine, önce bu komşuluktaki piksellerin gri ton değerleri büyüğe sıralanır ve sonra, bu listenin içinden bir değer seçilerek yeni gri ton değeri belirlenir.

Bu yöntemle ilgili verilebilecek en basit örnekler, minimum ve maksimum filtrelerdir. Minimum filtre için, sıralanmış listenin ilk (en küçük) elemanı çıktı değeri olarak alınır. Maksimum filtre için, sıralanmış listenin son (en büyük) elemanı çıktı değeri olarak alınır. Minimum filtre, görüntünün göreceli aydınlık kısımlarını ortadan kaldırılıp karanlık kısımların boyut olarak büyümesini sağlarken, maksimum filtre bunun tersi bir etkiye sahiptir. Ayrıca çıktı değeri olarak, listenin maksimum ve minimum değerleri arasındaki fark alınabilir. Bu şekilde tanımlanan bir filtre, non-lineer kenar belirleyici etkisi gösterir. Ancak, özellikle büyük komşuluklar söz konusu ise, böyle bir filtre ile belirlenen kenarlar görüntüde doğru yerlere yerleşmeyebilirler (Bellanger, 2000).

### 3.6.2.4. Kenar Belirleme

Bir görüntünün içeriği oluşturan nesnelere, bu görüntüde arka plandan farklı gri ton değerleriyle belirlenirler. Bu farklılık arka planın sabit bir gri ton değerini taşıdığı durumlarda, bu gri ton değerinde bir süreksizlik şeklinde belli olur. Bir görüntüde bulunabilecek üç temel süreksizlik tipi noktalar, çizgiler veya kenarlardır. Pratikte, görüntüde bu tür süreksizlikleri belirlemede en çok kullanılan yöntem, görüntü üzerinden bir maske geçirmektir. Süreksizlikler ortaya çıkaran maskeler, çizgiler veya kenarlar çevrelerindeki piksellerden farklı gri ton değerlerini sahip olduklarından, yüksek geçiren filtre etkisi gösterirler. Yüksek geçiren filtreler görüntüdeki gürültüleri, özellikle siyah beyaz noktalardan oluşanları, daha da belirginleştirirler. Bu yüzden, benekli-lekeli görüntüler üzerinde çizgi veya kenar aram işlemleri yapmadan önce, bu gürültüleri maske ile temizlemek gerekebilir. Ancak bu tür filtrelerin görüntüyü bulanıklaştırdığı ve dolayısıyla kenarları silikleştirdiği unutulmamalıdır. Gürültü temizleme ve süreksizlik belirleme işlemlerinden sonra bu süreksizlikleri vurgulamak amacıyla eşleme uygulanabilir.

## 3.7. Yakıtlar ve Yanma

### 3.7.1. Yakıtlar

Günümüzde kişi başına düşen yıllık enerji tüketimi, gelişmiş ülkelerde 4721 kEP (207,9 GigaJoule) ve dünya ortalaması olarak 1395 kEP (61,4 GJ) seviyesine erişmiştir (Anonim, 2005a). Bu enerjiyi üretmek için yakıtlara, hidrolik tesislere, nükleer tesislere, güneş enerjisine, rüzgârlara, jeotermal tesislere ve gel-git hareketlerine başvurulmaktadır. Bunlar içinde en önemli yeri yakıtlar almaktadır.

Yakıtlar kimyasal reaksiyonlar yoluyla ısı üretimine elverişli olan maddelerdir (Telli, 1984). Yakıtları fiziksel özelliklerine göre, katı, sıvı ve gaz ayrıca üretildikleri kaynaklara göre de yapay ve doğal olarak sınıflandırmak mümkündür. En çok kullanılan katı yakıtlar kömür ve odundur. Sıvı yakacak olarak petrol ve türevleri ile katran yağı kullanılmaktadır. Gaz yakıtlar olarak ise doğal gaz (NG), sıvılaşdırılmış doğal gaz (LNG), sıkıştırılmış doğal gaz (CNG), hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) sayılabilir.

Yanma için gerekli hava ve çıkan yanma ürünlerinin hesabı için yakıtın içindeki bileşenlerin bilinmesi gerekir (Borat vd., 1992). Her yakıtın bileşimi analiz sonucu tespit edilir. Yakıtlarda genellikle karbon C, hidrojen H ve kükürt S yanıcı maddeler olarak; oksijen O, azot N'de yanıcı maddeler olarak bulunur. Katı yakıtlarda ayrıca yanıcı olmayan anorganik bileşenler vardır ki, bunlar yanma sonucu kül denilen oksitler olarak ortaya çıkarlar.

Yakıtlar içinde yanma ve taşıma bakımından en fazla güçlük çıkaranları katı yakıtlardır. Yanma sırasında kül bırakırlar ve ızgaralara gereksinme gösterirler. Çoğu zaman yanma olayı tam gerçekleşmez. Ortaya çıkan kurum nedeniyle tesisatın sık temizlenmesi gerekir. Akaryakıtlar katı yakıtlara göre daha kolay alevlenirler, taşınmaları kolaydır. Yanma sonucu kül bırakmazlar. Gaz yakıtlarında taşınmaları kolaydır. Büyük miktarlar uzağa pipe-line denilen boru hattıyla, küçük miktarlar ise sıvılaştırılmış durumda tüpler içinde nakledilirler. Gaz yakıtlar yanma ortamında hacimce kolay yayılabildiklerinden yanmada çok az hava gereksinimi gösterirler. Çoğu zaman yanma tam gerçekleşir.

### 3.7.2. Yanma

Kimyasal enerjinin termik enerjiye dönüşümü yoluyla ısı elde edilen yanma olayı kimyasal bir prosestir. Yanma olayı kimyasal reaksiyonlar için geçerli esaslara tabidir. Bu proses genel olarak,



denklemleriyle belirlenir. Yanmada geçerli kanunlar termodinamiğin esas kanunları ve kütle korunumu prensibidir. Tam yanma, yakıtın oksitlenebilir bileşenlerinin reaksiyonlarda tamamen harcanmasıdır. Bu durumda karbon tamamıyla CO<sub>2</sub>'e dönüşmektedir. Yetersiz yanmada ise CO ve kurum oluşmaktadır.

### 3.7.3. Yanma Çeşitleri

Bir yakıtın oksitlenebilen bütün bileşenlerinin yakılmasına göre;

1. Tamamlanmamış yanma

## 2. Tamamlanmış yanma

şeklinde iki tip yanma vardır. Tamamlanmış yanmada artıkların ısı değerleri sıfırdır. Tamamlanmamış yanma halinde kül, baca veya egzoz gazlarında yanmamış yakıt bulunmaktadır.

Reaksiyona giren yakıt moleküllerinin tam oksitlenip oksitlenmediği bu ayrımlarda belli olmamaktadır. Bu nedenle oksidasyonun tam olarak tamamlanıp tamamlanmamasına göre yanma olayı dört kısımda incelenebilir.

### 3.7.3.1. Teorik Tam Yanma (TTY)

Reaksiyona giren yakıt moleküllerinin ürün olarak  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{N}_2$  verdiği ve minimum oksijen miktarı kullanılan, böylece egzozda  $\text{O}_2$  bulunmayan yanma şeklidir. Hava fazlalık kat sayısı  $\lambda(\text{HFK}) < 1$  halidir.

### 3.7.3.2. Tam Yanma (TY)

Gerekli hava miktarı TTY halinden fazla olduğunda egzozda  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{N}_2$  görülen yanma şeklidir.  $\lambda(\text{HFK}) > 1$  halidir.

### 3.7.3.3. Eksik Yanma (EY)

Oksidasyonun tam olmamasından dolayı egzozunda  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{N}_2$  bulunan yanma şeklidir.  $\lambda(\text{HFK}) < 1$  halidir.

### 3.7.3.4. Kısmi Eksik Yanma (KEY)

Yanma odasındaki karışım, sıcaklık değişimi ve kalış süresindeki yetersizlikler sonucu genel  $\lambda(\text{HFK}) > 1$  olmasına rağmen  $\text{O}_2$ 'nin yanında  $\text{CO}$  ve  $\text{H}_2$  gibi EY ürünleri görülmektedir. Bu sadece mevzii yakıt/hava oranının düzensizliğünün sonucu değildir. Yüksek sıcaklıkta  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri ısıl ayrışma (parçalanma, dissociation) ile  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  gibi EY ürünleri doğururlar. Bu moleküllerin düşük sıcaklığa hızlı bir şekilde getirilmeleri, yeniden birleşme reaksiyonlarına yeterli zaman bırakmamaktadır. Diğer bir ifade ile belirli bir sıcaklıkta reaksiyonlarda donma oluşmaktadır. Böylece egzoz gazlarında EY ürünleri görülür.

### 3.7.4. EY ve KEY Kayıpları

EY ve KEY halinde oksitlenmesi tamamlanmamış bileşenler olarak CO, H<sub>2</sub>, is, kömür veya yakıt zerrelere, yanmamış hidrokarbonlar ve aldehitler sayılabilir. Bu kayıplar yakıt cinsine ve yakıcı tasarımına bağlıdır. CO, H<sub>2</sub> ve is genellikle her tür yakıtta görülmektedir. Aşağıda bu çalışmada kullanılan sıvı yakıtlara ait en önemli kayıp bileşenlere değinilecektir.

#### 3.7.4.1. Sıvı Yakıtlarda Kayıplar

Havanın azlığı sıvı yakıtlarda is oluşumunu artırmaktadır. Buharlaştan yakıt taneciğinin çevresindeki oksijen azlığı, 40–50 karbon ve 4–5 hidrojen atomundan oluşan is moleküllerinin doğuşuna yol açmaktadır. Bu moleküller birleşerek is zerreciklerini belirli bir büyüklüğe eriştikten sonra koparak kurum şeklinde egzoza karışırlar.

Yakıtta su ilavesi isi bir miktar azaltmaktadır. Ayrıca Cr, Ni, Cu gibi bazı yüzey katalizör veya yakıtta katılacak bazı metalik katkıları ile is miktarını azaltmak mümkündür. Örneğin yakıtta kütleli olarak % 0,1 – 0,6 arasında baryum/çinko -2 etil hekzonoat konulmaktadır. Burada kütleli baryum/çinko oranı 10:1'dir.

Yanmalı aparatlarda ilk harekette veya yeni bir işletme şartına geçişte yakıt/hava oranı iyi bir şekilde ayarlanamamaktadır. Buna sebep yakıt ve hava donanımlarının çalışma prensiplerinin farklı zaman ataletine sebep olmasıdır. Örneğin bir sürekli yakıcıda vantilatör yakıt pompasına göre daha geç uyumlu olmaktadır. Doğal emmeli sistemlerde ise yük yakıt debisi ile kontrol edilmektedir ve henüz hava debisi artmadan zengin karışım oluşmaktadır. Benzin motorları zengin karışımla çalışırken is oluşmamaktadır. Bu şartlarda geçerli olan su gazı dengesine göre H<sub>2</sub> ve CO doğmaktadır.

Sıvı yakıtlarda EY ve KEY halinde, çalışılan HFK ile ilgili olarak H<sub>2</sub> ve CO kaybı olmaktadır. Hava fazlalığında H<sub>2</sub> görülmemekte, CO ise çoğunlukla azalmaktadır. Bu durumda CO enerji yönünden değil ancak hava kirlenmesi yönünden önemli olmaktadır (Borat vd., 1992).

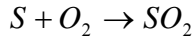
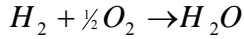
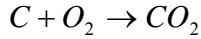
### 3.7.5. Yanma Hesabı

Yanma, yakıtın bünyesindeki yanıcı bileşenlerin birer birer oksidatörle reaksiyona girmesi olayıdır. Katı ve sıvı yakıtlarda yanıcı bileşenler karbon (C), hidrojen (H<sub>2</sub>) ve kükürt (S)'tür. Oksidatör olarak genellikle hava kullanılır. Ancak yüksek alev sıcaklığını gerektiren durumlarda saf oksijene başvurulur.

Tam yanmadan anlaşılması gereken, yakıttaki karbonun tamamen CO<sub>2</sub> düzeyinde yanmasıdır. Gerçek anlamda ise tam yanma olmamakta, karbonun bir kısmı kurum denilen karbon zerrecikleri olarak baca gazında bulunmaktadır. Ayrıca yetersiz yanmada, baca gazında CO görülmektedir.

#### 3.7.5.1. Oksijen ve Hava Miktarı

Yanmada gerekli oksijen ve hava miktarı, katı ve sıvı yakıtlar için ve gaz yakıtlar için ayrı ayrı ele alınmalıdır. Bir katı veya sıvı yakıtın tam yanmasında aşağıdaki reaksiyonlar oluşmaktadır:



C, H<sub>2</sub> ve S için ortak sembol Y kullanılırsa, stokiometriye göre,

$$\frac{m_{O_2}}{|v_{O_2}| M_{O_2}} = \frac{m_Y}{|v_Y| M_Y}$$

veya

$$\frac{m_{O_2}}{m_Y} = \frac{|v_{O_2}|}{|v_Y|} \cdot \frac{M_{O_2}}{M_Y}$$

ifadesi elde edilir.

Burada  $\nu_{O_2}$ ,  $\nu_Y$  stokiometrik katsayılar,  $M_{O_2}$  ve  $M_Y$  ise mol kütleleridir. Minimum oksijen miktarı, 1 kg yakıtın yanması için gerekli oksijen miktarıdır:

$$O_{\min}^Y = \frac{|\nu_{O_2}|}{|\nu_Y|} \cdot \frac{M_{O_2}}{M_Y}$$

Buna göre karbon, hidrojen ve kükürtün yanması için gerekli minimum oksijen miktarları,

$$O_{\min}^C = \frac{1}{1} \cdot \frac{32}{12,01} = 2,664 \quad \text{kg O}_2/\text{kg C}$$

$$O_{\min}^{H_2} = \frac{0,5}{1} \cdot \frac{32}{2,016} = 7,937 \quad \text{kg O}_2/\text{kg H}_2$$

$$O_{\min}^S = \frac{1}{1} \cdot \frac{32}{32,06} = 0,998 \quad \text{kg O}_2/\text{kg S}$$

olarak hesaplanır. Yakıt içindeki konsantrasyonlar kütle yüzdesi olarak  $c$ ,  $h$ ,  $s$  ve  $o$  ise, 1 kg yakıtın yanması için gerekli minimum oksijen miktarı,

$$O_{\min} = O_{\min}^C \cdot c + O_{\min}^{H_2} \cdot h + O_{\min}^S \cdot s - o$$

veya

$$O_{\min} = 2,664c + 7,937h + 0,998s - o \quad (3.23)$$

formülü ile belirlenir. Hava içindeki oksijenin kütle yüzdesi 0,232 ile minimum hava miktarı,

$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0,232} \Rightarrow 4,31O_{\min}$$

olur. Bu ifadeye (3.23) yerleştirilirse,

$$L_{\min} = 4,31(2,664c + 7,937h + 0,998s - o) \quad (3.24)$$

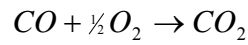
formülü elde edilir.  $L_{\min}$ , 1 kg yakıtın tam yanması için gerekli minimum hava miktarıdır.  $m$  kg yakıt için  $m \cdot L_{\min}$  kg hava gereklidir. Yanma sırasında teshine gönderilen hava miktarı genellikle minimum hava miktarından fazladır. Bu durum için hava katsayısı,

$$\lambda = \frac{L}{L_{\min}} \quad (3.25)$$

olarak tanımlanmıştır.  $\lambda > 1$  için yanmada hava fazlalığı,  $\lambda < 1$  için hava azlığı söz konusudur.

### 3.7.6. Alev

Alev, ışık oluşumuyla belirli yanma olayıdır. Alevin hâkim olduğu bölgede homojen gaz reaksiyonları yer almaktadır. Yapılan bu çalışmada alevli yanmaya örnek olarak net reaksiyonu,



şeklinde belirli bir yanma olayı ele alınacaktır. Hidrokarbonların yanması, bu örnekte olduğundan, daha karmaşık ve yavaş olmaktadır. Hidrokarbon alevlerinde başlıca üç esas bölge vardır. Birinci bölge en içte bulunan ısınma bölgesidir. İkinci bölgede hidrokarbon yanması, üçüncü en dıştaki bölgede  $CO$  ve diğer ara ürünlerin yanması yer almaktadır. Alevli ortamda maddesel dönüşüm ve ısı transferi birlikte görülmektedir.



Şekil 3.18. Alevli yanma

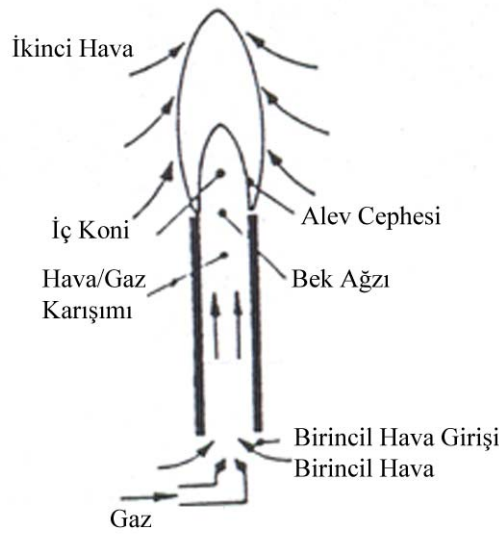
### 3.7.7. Alev Tipleri

Alev bölgesine gelen yakıt ve oksijen molekülleri daha önce karışmış ise “ön karışımli alev” veya alev bölgesinde difüzyon (yayınma) ile karışiyorsa “difüzyon alevi” ortaya çıkmaktadır. Bünzen beki, kumen benzin motoru alevi ve mutfak ocakları ön karışımli alev örnekleridir. Gaz çakmağı, dizel motoru, sıvı veya katı yakıt yanmasındaki alevler ise difüzyon alevi örnekleridir.

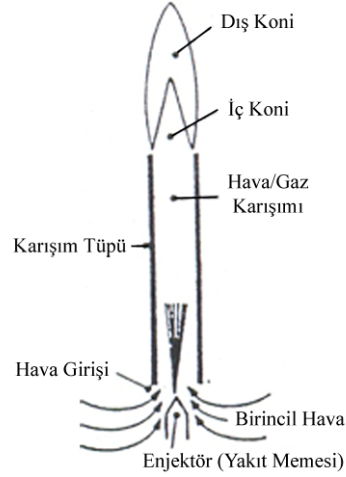
#### 3.7.7.1. Ön Karışımli Alev

Şekil 3.19.'da gösterilen ön karışımli alevlere önceden havalandırılmış alevlerde denilmektedir. Evlerde kullanılan gaz yakıcılarda genellikle bünzen beki tipi bir sistem kullanılmaktadır. Yaklaşık  $HFK = 0,5$  olacak şekilde ön karışım hazırlanmaktadır. Buna birincil hava karışımı denilmektedir. Bek çıkışında ise ikincil hava ile karışma oluşmaktadır. Şekil 3.20.'de görüldüğü gibi birincil karışım iç alev konisini, ikincil karışım da dış alev konisini oluşturmaktadır. Birinci koni altındaki gaz zengin karışım olup henüz yanmamıştır. Bunun rengi de yeşil-mavi şeklindedir. Dış koni ise mavi-menekşe renginde olmaktadır.

Şekil 3.19. ve 3.20.'de görüldüğü gibi gaz (yakıt) memesinden basınçla püsküren yakıt yanlardan birincil havayı bek içerisine sürüklemektedir.



Şekil 3.19. Ön karışımli alev

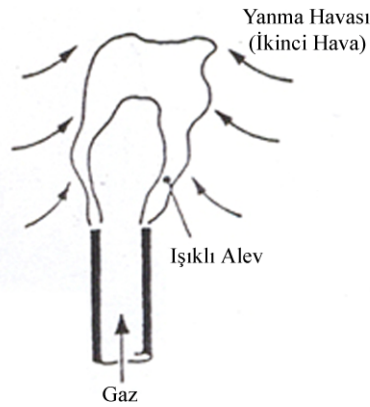


Şekil 3.20. Ön karışımli alev veren bir bünzen beki

### 3.7.7.2. Difüzyon Alevi

Bir boru veya kanaldan gelen yakıt hava içine karışırken tutuşturulunca bu alev tipi ortaya çıkar. Alev cephesi yakıt ve hava arasında meydana gelir. Doğal gaz kullanımında pek tercih edilmeyen Şekil 3.21.'de görülen difüzyon alevi şekli, LPG kullanımında genellikle tercih edilir.

Difüzyon alevi bol ışıklıdır. Gaz basıncı düşük olursa alev şekilsiz ve ışıklıdır. Gaz basıncı arttıkça hava karışımı artar, alev boyu kısalır ve kararlı hale gelir. Doğal gaz gibi düşük alev hızlı gazlarda, gaz basıncı arttıkça alev gaz huzmesinden (gaz jetinden) kopup ayrılır (ileriye itilir). Bu amaçla pilot alev ile esas alevin kararlı hale getirilmesine çalışılmaktadır (Saraçoğlu, 1992).



Şekil 3.21. Difüzyon alevi



Sistemde o an kullanılabilir durumda bulunan dijital video aygıtlarını listelemek ve seçilen herhangi bir aygıt ile görüntü yakalamak için ise hazırladığımız yazılımda aşağıdaki program parçaları kullanılmıştır.

```
// Video Aygıtları Listesi
Filter videoDevice = null;
if ( capture != null )
    videoDevice = capture.VideoDevice;
mnuVideoDevices.MenuItems.Clear();
m = new MenuItem("(None)", new EventHandler(mnuVideoDevices_Click));
m.Checked = ( videoDevice == null );
mnuVideoDevices.MenuItems.Add( m );

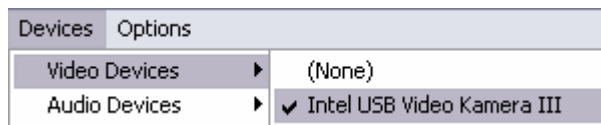
for(int c = 0; c < filters.VideoInputDevices.Count; c++)
{
    f = filters.VideoInputDevices[c];
    m = new MenuItem(f.Name, new EventHandler(mnuVideoDevices_Click));
    m.Checked = ( videoDevice == f );
    mnuVideoDevices.MenuItems.Add( m );
}

mnuVideoDevices.Enabled = ( filters.VideoInputDevices.Count > 0 );

private void mnuVideoDevices_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    Filter videoDevice = null;
    Filter audioDevice = null;
    if ( capture != null )
    {
        videoDevice = capture.VideoDevice;
        audioDevice = capture.AudioDevice;
        capture.Dispose();
        capture = null;
    }

    // Yeni bir Video Aygıtı yakalama
    MenuItem m = sender as MenuItem;
    videoDevice = (m.Index>0 ?
        filters.VideoInputDevices[m.Index-1] : null);

    // capture Nesnesi Yaratma
    if ( ( videoDevice != null ) || ( audioDevice != null ) )
    {
        capture = new Capture( videoDevice, audioDevice );
        capture.CaptureComplete += new EventHandler(OnCaptureComplete );
    }
}
}
```



Şekil 3.22. Listelenen görüntü yakalama aygıtları

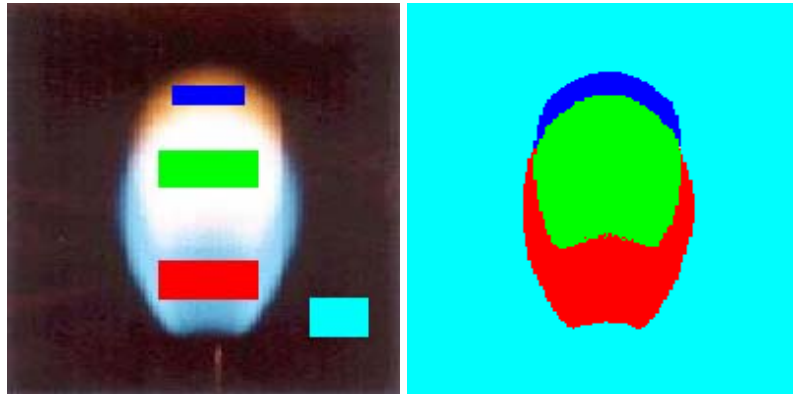


Şekil 3.23. Video aygıtından alınan sayısallaştırılmış yanma görüntüsü

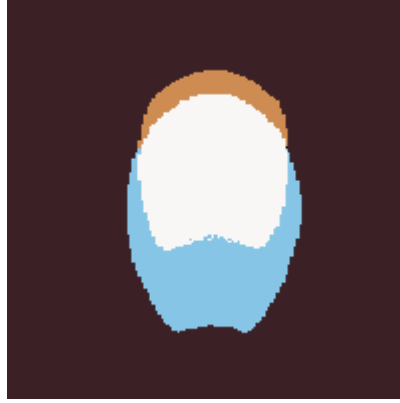
Kullanılması istenilen görüntü yakalama aygıtı seçildikten sonra yerleştirilen bir Panel üzerine görüntünün yansıtılması için aşağıdaki kod kullanılmıştır.

```
capture.PreviewWindow = panelVideo;
```

Ham halde elde edilen yanma görüntüleri, yanma performansının artırılması amacıyla, görüntülerdeki gürültü ve bulanıklığın azaltılması, iyileştirilmesi, anlamlı hale getirilmesi ve matematiksel modelinin üretilmesi için hazır hale getirilmiştir. Yakıt ile havanın iyi bir karışım oluşturmadığı durumlarda veya oksidasyon tamamlanmadan yanma gazlarının soğuması sonucu ortaya çıkan eksik yanma veya kısmi eksik yanma olaylarının tespit edilmesi ve buna göre yakıt ve oksijen miktarlarının kullanım yüzdelerinin belirlenmesi için görüntülerdeki renk ayırımlarından yararlanılmıştır. Aynı tona sahip farklı piksellerdeki renk değerleri gruplandırılarak görüntü hakkında bir matematiksel model oluşturulmuştur.



Şekil 3.24. Renk değerleri gruplandırılmış yanma görüntüsü



Şekil 3.25. İç ve dış alev konileri tespit edilmiş yanma görüntüsü

Yanma görüntüsündeki aynı tona sahip fakat farklı sayısal değerler içeren pikseller gruplandırılarak yanmayı oluşturan iç alev ve dış alev konilerinin tespiti yapılmıştır.

Gruplandırılan renk değerleri yardımıyla yanma olayını gerçekleştiren yakıt ve oksijenin yüzdesel değerlerinin tespiti için gruplandırılmış renklerin yüzdesel oranları aşağıdaki program parçası ile elde edilmiştir.

```
int sayi = 0;
float oran = new float();
for( int i=0; i<Goruntu.Width; i++ )
{
    for( int j=0; j<Goruntu.Height; j++ )
    {
        if( dizi[i,j].ToString() == renk.ToString() )
            sayi++;
    }
}
int toplam = Goruntu.Width * Goruntu.Height;
oran = ( (float)sayi / (float)toplam );

label1.Text = "Renk Oranı: % "+((100*oran).ToString());
```

En uygun yanma performansının elde edilebilmesi için; görüntü işleme metotları ile hesaplanan bu değerler ile analitik olarak hesaplanmış değerler karşılaştırılarak bir yakıt sistemindeki yanma olayının optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Yanma olayını meydana getiren yakıtın ve oksijenin miktarını optimum seviyeye getirmek için hazırlanan düzenekte, elde edilen görüntüler yardımıyla ilgili yakıt ve hava vanalarının otomasyonu bilgisayar destekli olarak yapılmıştır.

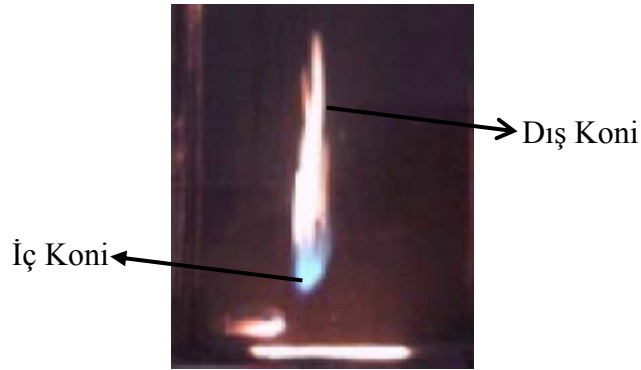
Böylece yakıt ve oksijen miktarının en uygun karışımıyla tam yanma bilgisayar kontrollü olarak sağlanarak, görüntü işleme metoduyla kimyasal enerjiden termik enerji dönüşümü için en yüksek performans şartları bu çalışma ile belirlenmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

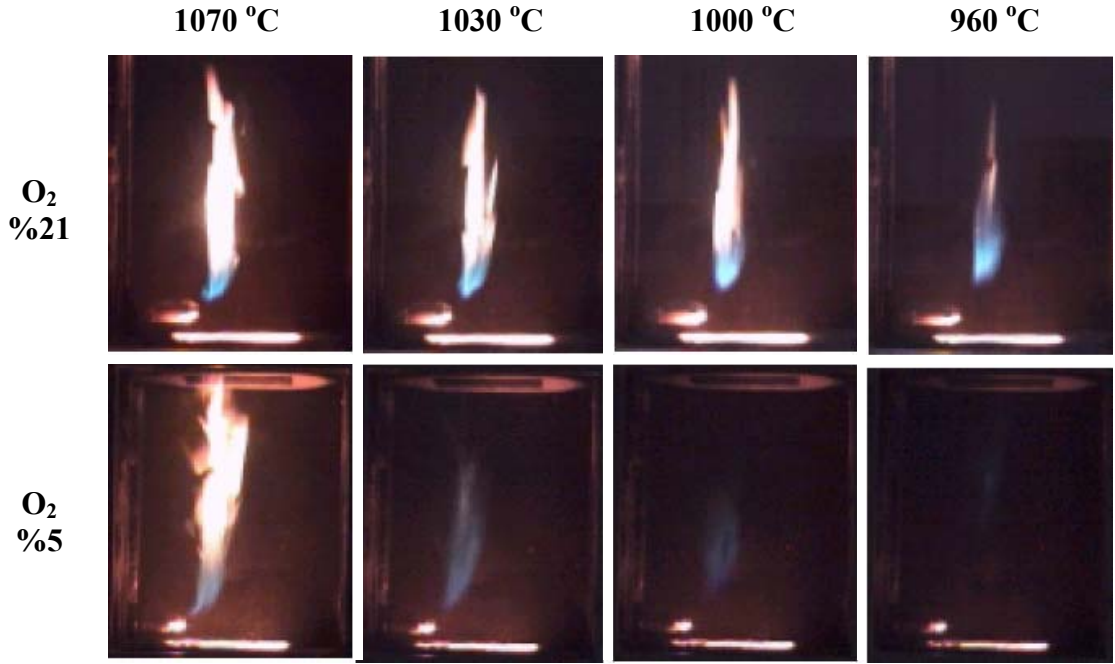
Alevlerdeki sıcaklık ve yakıt karışımlarının tespiti için çoğu zaman deneysel yola başvurulur. Sıcaklığın ölçülmesi termokupullar, direnç termometresi, pirometre, spektroskop gibi cihazlarla olmaktadır. Alev içindeki yakıt bileşimi ise genellikle alevin direkt spektroskopik analiziyle ve analiz veya spektroskopla incelemek üzere numune alınmasıyla tespit edilir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile alevi oluşturan yakıt bileşenlerinin yüzdesel olarak ne kadar kullanıldıkları görüntü işleme yöntem ve metotları ile elde edilmiştir.

EY ve KEY halinde oksitlenmesi tamamlanmamış bileşenler olarak CO, H<sub>2</sub>, is, yakıt zerrelere, yanmamış hidrokarbonlar ve aldehitler sayılabilir. Bu kayıplar yakıt cinsine ve yakıcı tasarımına bağlıdır. Havanın azlığı sıvı yakıtlarda is oluşumunu artırmaktadır. Buharlaştıran yakıt taneciğinin çevresindeki oksijen azlığı, 40–50 karbon ve 4–5 hidrojen atomundan oluşan is moleküllerinin doğuşuna yol açmaktadır.

Yanma olayını meydana getiren yakıtın ve oksijenin miktarını optimum seviyeye getirmek için hazırlanan bu düzenekte, elde edilen görüntüler yardımı ve literatür bilgileri ışığında, oksijenin yeterli miktarda olması ile zengin bir karışım elde edilmekte ve yakıt-hava karışımının oluşturduğu alevin iç koni bölgesi boyutunun küçük ve renginin ise yeşil-mavi olduğu görülmektedir. Dış koni ise turuncu-menekşe renginde olmaktadır. Oksijen miktarının azalması yada zengin bir karışımın oluşmadığı durumlarda iç koni bölgesinin rengi belirsiz bir mavi tonu olmakta ve düşük sıcaklıklarda dış koni bölgesi tamamen kaybolmaktadır.



Şekil 4.1. 1000 °C ve %21 O<sub>2</sub> oranındaki bir alevin yanma bölgeleri

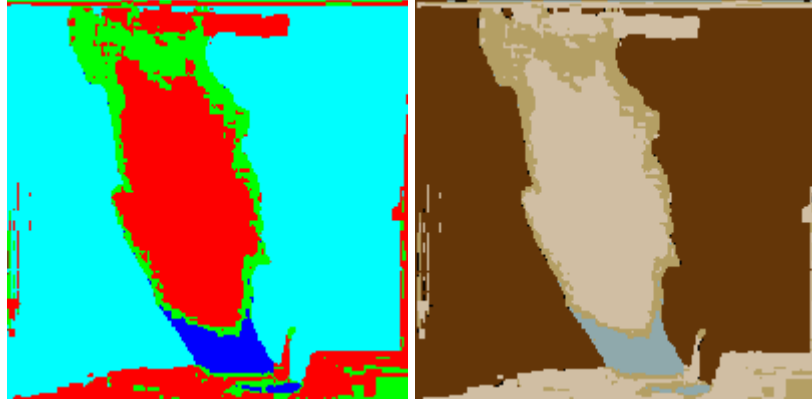


Şekil 4.2. Çeşitli sıcaklıklarda ve O<sub>2</sub> oranlarındaki yanma görüntüleri

Hazırlanan görüntü işleme yazılımı ile incelenen Şekil 4.3.'deki farklı bir alev görüntüsünde, Şekil 4.4.'de de görülebileceği gibi iç koni bölgesi boyutu olması gerektiğinden büyük ve renginde koyu mavi olduğu gözlemlenmektedir. Yukarıda verilen bilgiler çerçevesinde yakıt ile havanın iyi bir karışım oluşturmadığı veya oksidasyon tamamlanmadan yanma gazlarının soğuması sonucu eksik yanma olayının ortaya çıktığı ve dolayısıyla da bir miktar enerji kaybının olduğu tespit edilmiştir. İç koni bölgesinin görüntüde büyük olması yakıt-hava karışımında oksijen miktarının yeterli miktarda olmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.3. Sayısallaştırılmış yanma görüntüsü



Şekil 4.4. İç ve dış alev konileri tespit edilmiş yanma görüntüsü

Tespit edilen bu analiz sonuçları Şekil 4.5.'de gösterilen laboratuvar verileri ile karşılaştırıldığında hazırlanan yazılımın yakıt ve oksijen miktarının en uygun karışımıyla tam yanmayı, bilgisayar kontrollü olarak sağlayacağı ve görüntü işleme yöntem ve metotlarıyla kimyasal enerjiden termik enerji dönüşümü için en yüksek performans şartlarının belirlenebileceğini göstermiştir.



Şekil 4.5. 1100 °C ve çeşitli oksijen konsantrasyonlarındaki yanma görüntüleri

## 5. SONUÇ

Yakıcı sistemlerin montaj ve özellikle işletmesinde emniyet açısından yakıt bağlantıları, cihazın bulunduğu hacim, hava girişi ve baca bağlantıları standart, yönetmelik ve cihaz talimatlarına uygun olmalıdır. Ateşleme, yakıt sevki ve özellikle de yakıt-hava ayarı mümkünse otomatik hale getirilmelidir (Borat vd., 1992).

Yakıcı sistemlerin kontrolleri genellikle basınç ve/veya elektrik denetimleri ile yapılmaktadır. Elektrikli sistemler basınçlı denetim sistemlerine karşın oldukça küçüktürler ve elektrik yardımıyla ateşleme sistemi daha kolay gerçekleştirilmektedir. Basınç ile çalışan denetim sisteminde kazan termostatu mekanik olarak sızıntı borusundaki gaz yolunu açmakta ve kapatmaktadır. Elektrikli sistemde termostat basit bir elektrik kontağı olarak çalışmaktadır. Selenoid valfe akım gönderilerek veya kesilerek aynı işlem daha basit bir donanım ile gerçekleştirilmektedir. Basınçlı sistemdeki zaman saati el ile kurulmaktadır. Ayrıca işaretlenen zamanlarda düzenek sızıntı borusunu açmakta ve kapamaktadır. Elektrikli sistemde zaman saatini kurmaya gerek yoktur. Ayrıca istenen zaman noktalarındaki işaretler elektrik kontağını açmakta veya kapamaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada yakıcı sistemlerin kontrolü, elektrik denetimlerine ek olarak günümüzün gelişen teknolojilerinden biri olan görüntü işleme yöntem ve metotları kullanılarak sağlanmıştır. Görüntü işleme yöntemleri üzerine kurulan endüstriyel cihazların kullanımı özellikle sanayi alanında hızla artmaktadır. Bu kullanımın yaygınlaşması, üretimde verimliliğin artmasını ve maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır. Böylece yakıcı sistemlerde yakıt ve oksijen miktarının en uygun karışımıyla tam yanma bilgisayar kontrollü sağlanarak, görüntü işleme metoduyla kimyasal enerjiden termik enerji dönüşümü için en yüksek performans şartları bu çalışma ile belirlenmiştir.

Otomatik kalite kontrolü yapan sistemler, insanlara kıyasla önemli ölçüde tutarlılık göstermektedir. İncelemeyi yapan insanlarda zaman geçtikçe göz ve beyin yorgunluğu oluşabilmekte, kişi kafası karışmış hale gelebilmektedir. Kontrol alanında insanlar böyle bir sisteme kıyasla çok yavaş kalmakta ve hata oranı da yüksek olmaktadır. Sistemin kontrol kabiliyeti ve hızı, yanma aşamasında daha iyi ve

seri olduğundan toplam yanma performansı sürecinde verimlilik önemli derecede artmaktadır.

Bellek yönetimi özellikle büyük çaplı projelerde performans kazanımı açısından çok önemlidir. Günümüz sistemlerinin yüksek Ram kapasitesine sahip oldukları göz önüne alındığında bu durum çoğu zaman göz ardı edilmektedir (Anonim, 2005b). Ancak bu çalışmada olduğu gibi yüksek çözünürlükteki görüntülerin işlenmesi gibi uygulamalar göz önüne alındığında bellek sorunları ile her zaman için karşılaşılma olasılığı vardır. Görüntü işleme gibi performansın önemli olduğu uygulama alanlarında verilerin üzerinde çalışılacağı belleğin yönetiminin geliştirilen yazılım tarafından yapılması işlem süresi bakımından yüksek kazanım sağlamıştır.

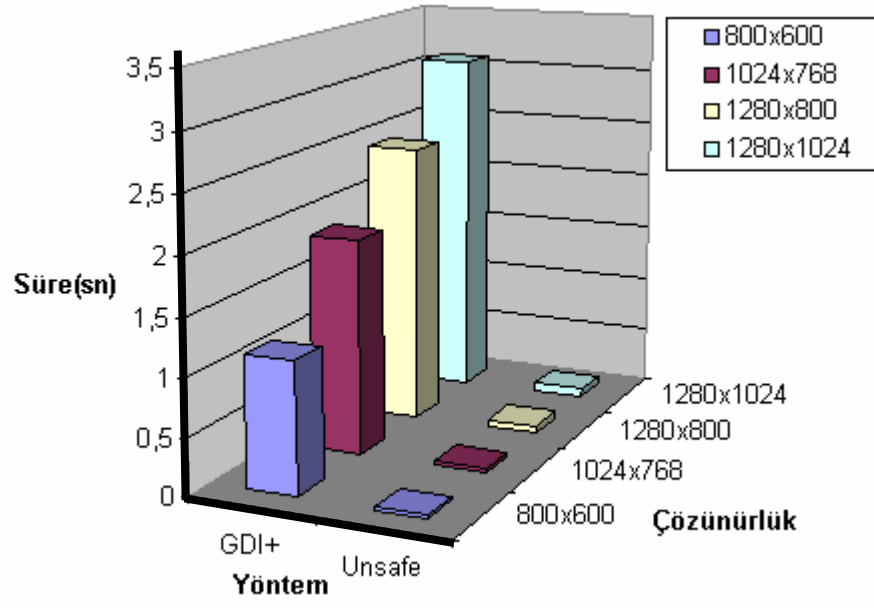
Görüntü işlemenin, kimyasal enerjinin termik enerjiye dönüşümü yoluyla ısı elde edilen yanma olayının analizini gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, klasik yöntemlere göre işlem süresi bakımından kazanç ve çok daha yüksek performans sağlayan unsafe (güvenilmeyen) kod kullanımlı yeni bir yöntem denenmiştir.

Çizelge 5.1.'de farklı çözünürlüklerdeki görüntüler üzerinde yapılan gri tonlama filtreleme işlem sonuçlarından anlaşılacağı üzere, unsafe kod kullanımının klasik görüntü işleme yöntemlerine göre çok daha hızlı ve yüksek performanslı olduğunu görülmektedir.

Görüntü işleme gibi işlem süresinin performans kazancı açısından en kısa olması gereken uygulama alanlarında unsafe kod kullanılarak, bellek organizasyonunun yazılım geliştirici tarafından yönetilmesi, çalışmamızda bir öncelikli gereklilik olduğunu göstermiştir.

Çizelge 5.1. Grey Fitresi uygulamasının Klasik ve Unsafe yöntemlerindeki işlem süreleri

<b>Görüntü Çözünürlüğü</b>	<b>GDI+ (Klasik Yöntem)</b>	<b>Unsafe</b>
800x600	1,152071 sn.	0,02629595 sn.
1024x768	1,883876 sn.	0,034285653 sn.
1280x800	2,454445 sn.	0,05912844 sn.
1280x1024	3,085911 sn.	0,07608462 sn.



Şekil 5.1. Klasik ve Unsafe yöntemlerinin Grey Filtresindeki performans karşılaştırmaları.

## 6. KAYNAKLAR

- Gonzalez, R.C. ve Woods, R.E., (1993) Digital Image Processing SE, Addison-Wesley Publishing Company, USA.
- Gonzalez, R.C. ve Woods, R.E., (2002) Digital Image Processing SE, Prentice-Hall, International Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Çamoğlu, D., (2005) Algılama, Örüntü ve Görsel Tanımlama, <http://www.yapay-zeka.org/modules/icontent/index.php?page=30>
- Yaman, K. ve Aktürk, N., (2001) Görüntü İşleme İle Kişi Yoğunluklarının Belirlenmesi, UMTS, Selçuk Üniversitesi, 12–14 Eylül, 2001, Konya.
- Baştürk, A., Yüksel, M.E., (2005) Sayısal İmgelerden Dürtü Gürültüsü Gidermek İçin Bulanık Sinir Ağı Tabanlı Esnek Anahtarlamalı Karma Süzgeç, IEEE 13. Sinyal İşleme ve İletişim Uyg. Kurultayı, 16–18 Mayıs 2005, Kayseri.
- Erkin, Z., ve Örencik, B., (2005) Steganografik Kütüphane, ABG 2005, Ağ ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 9–11 Haziran, 2005, İstanbul.
- Aslan, S., (2003) Altun, H., Tezekici, B.S., Yoğunluk Değişim ve Histogram Düzenleme Yöntemi İle Resim Üzerinde Göz Koordinatlarının Tespit Edilmesi, [http://host.nigde.edu.tr/haltun/bildiriler/ulusal01\\_proje2003a.pdf](http://host.nigde.edu.tr/haltun/bildiriler/ulusal01_proje2003a.pdf)
- Erkonak, H., (2002) Sazan Balığı (Cyprinus carpio) Yaşının Görüntü İşleme Programları Yardımı İle Bilgisayar Destekli Tespiti, <http://www.sevgi.k12.tr/Projeler/1999-2000.html>
- Tonguç, G., Coşkun, A., Selver R., (2004) Makine Görmesi İle Tahribatsız Meyve Sınıflandırma Uygulaması, [www.keciborlumyo.net/Personel/DersNotlari/3484/tonguc\\_meyve.pdf](http://www.keciborlumyo.net/Personel/DersNotlari/3484/tonguc_meyve.pdf)
- Karakaya, T., (2005) Görüntü İşleme -1, [http://www.msakademik.net/makaleler\\_detay.aspx?id=563](http://www.msakademik.net/makaleler_detay.aspx?id=563)
- Borat, O., Balcı, M., Sürmen, A., (1992) Yanma (Aerotermokimya) Bilgisi, İstanbul, Ankara, Bursa, 261 s.
- Umbaugh, S.E., (1998) Computer Vision and Image Processing, Prentice-Hall, International Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Eriksson, M. and Papanikotopoulos, N.P., (1997) Eyetracking for Detection of Driver Fatigue, IEEE Conference On Intelligent Transportation System, 1997. ITSC '97, pp 314–319, Boston.

- Merchant, S. and Schnell, T., (2000) Applying Eye Tracking As An Alternative Approach for Activation of Controls and Functions in Aircraft, DASC, The 19th Digital Avionics Systems Conferences, 2000, Vol.2, pp 5A5/1-5A5/9 Philadelphia.
- Pitas, I., (1993) Digital Image Processing Algorithms and Applications, Wiley, New York.
- Bellanger, M., (2000) Digital Processing of Signal: Theory and Practice, John Wiley and Sons, USA.
- Anonim, (2005a) Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, <http://www.dektmk.org.tr>
- Telli, Z.K., (1984) Yakıtlar ve Yanma, A.Ü. Isparta Mühendislik Fakültesi, yayınları No: 17, Isparta, 160 s.
- Saraçoğlu, S., (1992) Sürekli Yanma Sistemlerinde Alev Kararlılığının İncelenmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Anonim, (2005b) Using İfadesi ile Garanti Dispose, <http://www.csharpnedir.com/makalegoster.asp?MIId=558>

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammed ÇAYIRLI  
Doğum Yeri : İzmir  
Doğum Yılı : 1981  
Medeni Hali : Bekâr

### Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1994 – 1997 Bornova Mustafa Kemal Lisesi  
Lisans : 1997 – 2001 Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim  
Fakültesi, Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği

Yabancı Dil : İngilizce

### İş Deneyimi:

2001–2003 S.Demirel Üniv. Atabey MYO, Isparta, Öğretim Görevlisi  
2003– S.Demirel Üniv. Keçiborlu MYO, Isparta, Öğretim Görevlisi